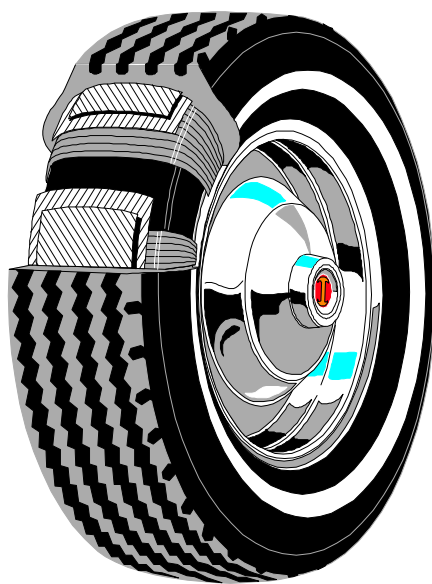
ASSOCIAZIONE ITALIANA CONSULENTI INFORTUNISTICA STRADALE

PNEUMATICO

CARATTERISTICHE - EFFETTI

Da una elaborazione di ***Nazario Tassinari***

5/csd

Organizzazione a cura del C.S.D. (Centro Studi e Documentazione) AICIS

PREMESSA

La presente pubblicazione è rivolta a quanti volessero approfondire le proprie nozioni in merito alle conoscenze degli pneumatici e dei relativi fenomeni ad essi connessi.
È consuetudine definire i pneumatici come "accessori" dell'auto ed è raro che un utilizzatore li conosca così bene da trarne il massimo rendimento possibile. Oggi conoscere i pneumatici diventa sempre più importante, perché occorre tenere conto di tutte le possibilità di impiego, di rendimento e di prestazioni, al fine di mantenere alto il livello di sicurezza in tutte le situazioni di utilizzo.

sommario

CENNI SULLA FABRICAZIONE DELLA GOMMA:

- **Il caucciù** - *il caucciù,* materia prima per fabbricare la gomma, proviene dal siero di alberi tropicali di alto fusto; appartenenti alle seguenti famiglie: *Euforbiacee* (America del sud), *Urbanacee* (America centrale e Messico), *Apollinacee* (Africa occidentale ed orientale), *Asclepiadee* e *Apocinacee* (India ed Oceania).

La migliore qualità di caucciù è il *Para,* proveniente dallo stato di Para, nel Brasile.

- **La raccolta** - La raccolta del caucciù si effettua praticando un'incisione nella degli alberi suddetti; il liquido che si ottiene *latex,* una volta liberato dall'acqua, fornisce una sostanza molle, collante, saldabile con se stessa.

- **La coagulazione** - Il latex ordinario è un'*emulsione di globuli microscopici* avente la seguente composizione media:

  - Caucciù……………………….32,0%
  - Albuminoidi…………………. 2,2%
  - Sostanze minerali………….. 9,8%
  - Acque alcaline………………56,0%

L'operazione con la quale si elimina l'acqua dal latex prende il nome di *coagulazione* e può esse effettuata: col calore solare, col calore artificiale, per centrifugazione e con mezzi chimici più impiegati sono:
L'allume, l'acido solforico, l'acqua saponata e gli acidi citrico, acetico, ferrico, ossalico.

I più moderni metodi industriali comprendono *una filtrazione* del latex, seguita da *una centrifugazione* per eliminare l'acqua e poi da *un trattamento con vapore sotto pressione* e con acidi deboli. Con questo procedimento si ottengono i "panni" di caucciù grezzo.

- **Le proprietà** - il caucciù, impermeabile all'acqua, si presenta allo *stato colloidale perfetto* e cioè sotto forma di grossi aggregati molecolari, in sospensione in una sostanza liquida, *animati da moto disordinati,* contrariamente a quanto accade nelle soluzioni chimiche normali.

Similmente ad altri colloidi, il caucciù possiede proprietà comuni ai solidi ed ai liquidi: *si rigonfia,* se immerso nei suoi solventi; *si decompone* se riscaldato.

Non ha un *punto di fusione ben definito* e non è stato ancora scoperto un solvente capace di provocare la sua cristallizzazione.

La *formula chimica è sconosciuta:* si ritiene un carburo d'idrogeno o una miscela di carburi il cui tipo fondamentale sarebbe l'*isoprene,* C_5H_8.

Molti chimici sostengono che il caucciù sarebbe un idrocarburo rispondente alla formula ($C_{10}H_{16}$) *n,* in cui il coefficiente *n* ha valori molto grandi.

Il caucciù *non fissa l'idrogeno* e non contiene ossigeno; è otticamente inattivo e *non si riesce a distillarlo,* neppure nel vuoto.

Riscaldato, sviluppa prodotti diversi: *cauchthene, colofena, isoprene, butilene.* Il tipo Para, quando è puro, fonde a 180° originando u n corpo nero, viscoso; con l'ebollizione forma la *cauccina* che ha la proprietà di sciogliere lo stesso caucciù.
Il caucciù può essere ottenuto anche per sintesi, partendo dai carboni fossili (*processo Bayer*) o da carburi fondamentali trattati con sodio e acido acetico ad un'appropriata temperatura.

- **La vulcanizzazione** - la vulcanizzazione ha lo scopo di *far diventare elastico* il caucciù e *di renderlo insensibile* agli agenti fisici e alle variazioni di temperatura, limitatamente al campo delle sue normali applicazioni.
Il procedimento, consistente nell'incorporare un'appropriata quantità di zolfo nella massa di caucciù, può ritenersi praticamente irreversibile; infatti, durante i processi di vulcanizzazione del caucciù, non si riesce ad estrarre che una piccola quantità di zolfo combinatosi durante la vulcanizzazione.

La *scoperta della vulcanizzazione* fu in gran parte dovuta al caso. L'americano *Samuele Goodyear* aveva ripetutamente sperimentato diverse miscele impiegando fiori di zolfo, calce ed ocra rossa ma, purtroppo, i suoi prodotti avevano una durata limitata: d'estate si rammollivano mentre d'inverno s'indurivano e si screpolavano.

Durante l'inverno del 1839, il Goodyear aveva ricevuto dallo Stato di Nuova York una forte ordinazione di sacchi postali; per la costruzione di tali sacchi egli impiegò una nuova miscela costituita da fiori di zolfo, magnesio e calce. Ma anche questa miscela non dette i risultati sperati e l'ordinazione fu revocata.

Avvilito e preso da un impeto di furore, il Goodyear afferrò uno dei sacchi scartati e lo gettò sulla stufa di ghisa che riscaldava il laboratorio. In seguito, osservando il sacco cosi maltrattato, Goodyear costatò che, sotto l'azione del calore, i componenti della miscela avevano reagito conferendo al prodotto particolari caratteristiche di elasticità e d'inalterabilità: *l'elemento mancante era quindi il calore* !

Con questo procedimento, che risale all'anno 1844, s'impiegano fiori di zolfo, incorporandoli nella massa di caucciù mediante miscelazione. La percentuale di zolfo varia secondo la durezza che si vuole ottenere; per il caucciù molli, lo zolfo occorrente è circa l'8%.

- Le miscele cosi preparate vengono poi riscaldate in bagni di zolfo o con vapore o con aria calda (*procedimento Goodyear*).

- Il caucciù, preventivamente riscaldato, viene mantenuto immerso per circa due ore in un bagno di zolfo alla temperatura di 135°. All'uscita dal bagno, gli

oggetti di caucciù vengono immersi nell'acqua fredda. Lo zolfo in eccesso affiora e si deposita esternamente sotto forma di polvere biancastra che si elimina con un bagno in una soluzione di soda caustica bollente (*procedimento Hancoch*).

- La vulcanizzazione viene effettuata a freddo adoperando il cloruro di zolfo. Dopo l'operazione, si elimina per mezzo di ammoniaca il cloro in eccesso rimasto sugli oggetti (*procedimento Pasker*).

- Si impiega il solfuro di antimonio col quale si ottiene il caucciù rosso (*procedimento Basile*).

❑ **Temperatura di vulcanizzazione** - La temperatura e la durata della cottura esercitano una grandissima influenza sulla qualità del prodotto:
- se il calore è eccessivo, il caucciù diventa fragile
- se il calore è insufficiente, la gomma non acquista elasticità e quindi si deforma permanentemente.

Nella maggioranza dei casi la temperatura varia da 125° a 135°; la durata della cottura non supera 2 ore.

Per *intensificare e rendere più rapido il processo di vulcanizzazione*, s'impiegano il litargirio, la calce e soprattutto la magnesia calcinata. Tali sostanze, agendo come *catalizzatore,* riducono il tempo di cottura che, se prolungato, danneggia il prodotto. Per accelerare la vulcanizzazione vengono pure impiegate miscele varie di sostanze organiche, note in commercio sotto il nome di *Valosan, Vulcasan, Vulcaset.*

Dal punto di vista chimico, la vulcanizzazione non è ancora spiegata. Secondo *Weber* si genera un composto irreversibile di zolfo e di caucciù con la formazione di un solfuro dell'idrocarburo fondamentale presente nel caucciù. Invece, secondo *Ostwald,* la vulcanizzazione sarebbe un fenomeno di assorbimento. La teoria più accreditata rimane tuttora quella di *Weber.*

❑ **Preparazione delle miscele** - alla base della fabbricazione della gomma sta l'importantissima operazione della *preparazione delle miscele,* che viene effettuata in tre fasi:

- Lavaggio e frantumazione delle gomme grezze
- Essiccamento delle gomme lavate
- Impasto.

❑ **Lavaggio e frantumazione** - il caucciù grezzo viene dapprima sottoposto all'operazione di *rammollimento* mantenendolo per 20 ore in un bagno d'acqua calda, contenuta in grandi bacini di legno. L'operazione deve essere eseguita all'aria libera per disperdere i cattivi odori.

Dopo il rammollimento, i blocchi di caucciù vengono tagliati con una sega circolare e quindi sottoposti ad una prima frantumazione mentre sono investiti da una corrente d'acqua che asporta le impurità: legno, sabbia, pietrisco.
Dopo il lavaggio, il caucciù viene assoggettato ad un'ulteriore frantumazione, con cui si ottengono le *pelli di gomma.*

❑ **L'essiccamento** - è una operazione molto importante e delicata: i maggiori inconvenienti che si presentano nelle operazioni successive sono in gran parte dovuti a difettoso essiccamento delle pelli di gomma.

Il prodotto, lavato e finemente frantumato, viene essiccato in locali ben aerati ma oscuri ad una temperatura non superiore a 45°. Le p elli di gomma si lasciano in questi locali per un periodo piuttosto lungo variabile da due e tre mesi.

Attualmente nella grande industria, per accelerare il procedimento si usano essiccatori rotativi.

Le pelli di gomma essiccate vengono piegate e collocate in lotti entro casse di lamiera zincata tenute in magazzini illuminati a *luce dolce* cioè senza raggi violetti ed ultravioletti che alterano la gomma. A tale scopo, le finestre dei magazzini sono provviste di *vetri gialli.* La temperatura nell'interno dei magazzini *non deve superare i* 20°.

❑ **L'impasto** - la formazione delle miscele è un'operazione molto delicata e le proporzioni costituiscono un segreto di fabbricazione.

L'operazione, che si effettua entro *mescolatori a rulli* o a cilindri, consiste nel mescolare a caldo le gomme grezze, fino a ridurle allo stato plastico e nell'incorporare in esse i vulcanizzanti e le materie ausiliarie. La quantità di zolfo da incorporare dipende dalla qualità del caucciù e soprattutto dal suo contenuto in resine; i caucciù più resinosi hanno bisogno di una maggiore quantità di zolfo. In genere, le percentuali di zolfo sono:

- ➢ Per il caucciù Para S = 4- 6%
- ➢ Per il caucciù Messico, Congo verde, Sudan S = 8-10%
- ➢ Per il caucciù Manicoba S = 7- 8%

Al termine dell'operazione d'impasto si ottengono pani di gomma, aventi il peso di circa 10 kg ciascuno, che vengono immagazzinati entro serbatoi di lamiera zincata per proteggerli dalla luce e dalla polvere.

Dopo un certo periodo di riposo, la miscela si raffredda e perde la sua plasticità; per poterla impiegare nelle successive lavorazioni, deve essere nuovamente riscaldata.

❑ **Solventi** - come *solventi* del caucciù s'impiegano: acetone, benzina, benzolo, cloroformio, etere, solfuro di carboni.

❑ **Coloranti** - tra i coloranti devono essere esclusi quelli che vengono decomposti dallo zolfo, dal vapore d'acqua e dal calore.

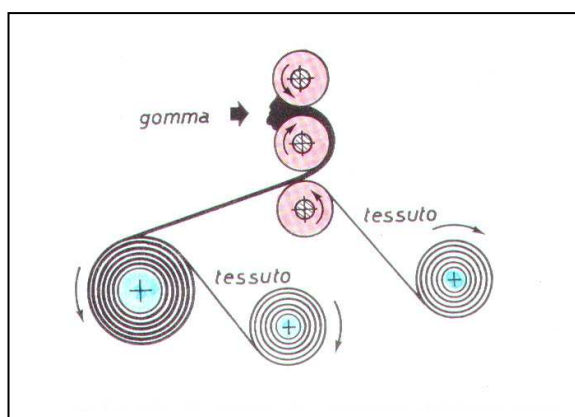
Normalmente si impiegano i seguenti coloranti:

- ➢ *Per il bianco*: - solfuro di zinco, bianco di zinco, litopone
- ➢ *Per il giallo*: - ocra gialla, giallo di cromo, solfuro di arsenico
- ➢ *Per il nero*: - litargirio, nero fumo, nero di petrolio
- ➢ *Per il rosso*: - solfuro rosso di mercurio, cinabro, minio, terra d'ombra
- ➢ *Per il bleu:* - bleu oltre mare, di molibdeno di cobalto. (la

colorazione in bleu è assi difficoltosa).

- **Calandratura** - per mezzo di questa operazione si trasforma la pasta di gomma, riscaldata allo stato plastico, in fogli sottili aventi spessori variabili da 0,2 a 3 mm.

Le macchine operatrici, denominate *calandre,* sono costituite da tre e talvolta da quattro cilindri sovrapposti, sul tipo di quelli dei laminatoi per metalli. La gomma viene mantenuta alla temperatura necessaria riscaldando internamente i cilindri per mezzo di vapore.

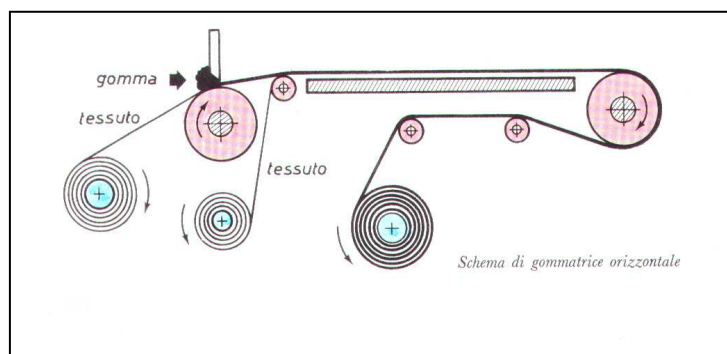
- **Gommatura delle tele per pneumatici** - la gommatura delle tele che servono per la fabbricazione dei pneumatici può essere eseguita mediante una *calandra,* secondo il procedimento schematicamente illustrato nella figura seguente.

Schema di calandra a tre cilindri per la gommatura delle tele

Le tele di cotone da gommare debbono essere preventivamente sottoposte al *decatissagge*[1] in un bagno di soda per eliminare l'*appretto di tessitura.*
Dopo questo trattamento, le tele vengono lavate accuratamente e poi essiccate.

1 - *decatissaggio deformazione permanente di fibre organiche, ottenuta con l'azione del vapore a più di 100°.*

La gomma da applicare sul tessuto va preparata sotto forma di *dissoluzione* dopo averla ridotta in fogli sottili. La dissoluzione si effettua mantenendo la gomma immersa nella benzina per circa 48 ore. La dissoluzione viene poi macinata finemente e quindi applicata sulla tela a strati successivi per mezzo delle macchine gommatrici.

Nella grande produzione di serie, la gommatura delle tele per pneumatici viene effettuata con macchine gommatrici orizzontali sul tipo di quella rappresentata nella figura seguente.

In certi casi s'impiegano pure gommatrici verticali, che hanno il vantaggio di consentire la gommatura contemporanea delle due facce della tela.

Schema di gommatura orizzontale

❑ **Cenni storici della nascita dei primi pneumatici** - i primi veicoli a trazione meccanica, pesantissimi e lenti, furono provvisti di robuste ruote a *razze di legno,* fasciate da un cerchione di ferro, sul tipo di quelle impiegate per carri a trazione animale.
In un secondo tempo il cerchione di ferro fu sostituito da un anello di gomma piena e le ruote di legno furono abbandonate per quelle in lamiera di acciaio stampata.
Il sistema delle gomme piene e semipiene continuò ad essere adottato per gli autocarri e per i veicoli pesanti fino all'epoca della prima guerra mondiale.

- Il *primo tentativo* (*brevetto Thomson*), inteso a migliorare il conforto di marcia dei veicoli in genere, risale all'anno 1845, col brevetto dello scozzese *William Thomson.*

L'invenzione consisteva in un tubo di tela gommata rivestito in pelle e munito di valvola. Siccome tale brevetto costituiva solo un miglioramento del sistema a gomme piene, il prototipo non ebbe successo.
Più fortunato fu il brevetto del veterinario inglese J*ohn Boy Dunlop,* che porta la data del 28 febbraio 1888.

Per rendere più scorrevole e meno scomodo il triciclo munito di gomme piene adoperato da un suo figliolo per recarsi a scuola, il Dunlop sostituii alle gomme piene un tubo fabbricato con strisce di gomma vulcanizzata gonfiato d'aria attraverso una valvola da pallone per gioco del calcio. L'ottimo risultato dell'esperimento segnò l'inizio di una nuova industria il cui sviluppo determinò il rapido evolversi di tutta la tecnica automobilistica.

❑ **Le prime fabbriche** - tra le prime fabbriche di pneumatici dobbiamo ricordare la *Hutchinson,* fondata in Francia nel 1853 dall'americano *Hiram Hutchinson,* e che si dedicò alla fabbricazione dei pneumatici fino dal 1890.

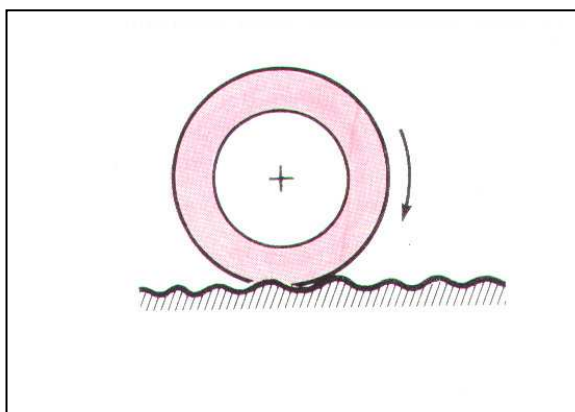
Tra i pionieri deve essere annoverato il francese *Andrè Michelin,* fondatore della fabbrica omonima (1895), che impiegò pneumatici di sua fabbricazione sull'autovettura *Eclair* con la quale partecipò alla corsa automobilistica Parigi - Bordeaux e ritorno.

In Italia la fabbricazione dei pneumatici e legata al nome di *Pirelli,* famoso ormai in tutto il mondo.

- **Necessità di un mezzo elastico tra ruota e strada** - la necessità di *interporre un mezzo elastico* tra la strada ed il cerchione metallico della ruota risulta evidente quando si pensi che il piano stradale non è mai perfettamente levigato e la ruota non è mai un cerchio perfetto.

All'atto pratico si può ritenere che la ruota avanzi rotolando su un piano più o meno rugoso, provvisto cioè di sporgenze e di rientranze. Per questo motivo, durante il rotolamento, la ruota è soggetta ad una serie di urti più o meno intensi secondo l'entità delle sporgenze e la velocità della ruota stessa.

Se tali urti si trasmettono rigidamente alla ruota, tutto il veicolo viene assoggettato a scosse e vibrazioni che, oltre ad essere fastidiose per il passeggero, pregiudicano il funzionamento dei vari organi del veicolo e, a lungo andare, alterano la struttura cristallina del materiale di cui sono costituiti provocando incrudimenti che abbassano notevolmente la resilienza del materiale stesso.

Da quanto sopra emerge la necessità di circondare la ruota con un mezzo dotato di appropriata elasticità *che trasformi in deformazioni elastiche una certa aliquota dell'urto provocato dalle asperità stradali.* La rimanente parte di urto viene assorbito, come sappiamo, dal cedimento elastico delle sospensioni, dall'azione frenante degli ammortizzatori e dall'attrito nelle articolazioni delle sospensioni stesse.

Azione d'urto delle asperità stradali contro il pneumatico.

È necessario tener presente che, se il mezzo interposto è un pneumatico, l'urto dovuto alle asperità della strada *viene assorbito in misura preponderante dalla compressione dell'aria* contenuta nel pneumatico stesso e *solo in minima* parte dall'elasticità propria della gomma.

- **Compiti del pneumatico** - il pneumatico deve assolvere i seguenti compiti:

  - *Portare un carico:* peso proprio del veicolo e peso trasportato
  - *Trasmettere alla strada lo sforzo periferico* dovuto alla coppia motrice,

per far avanzare il veicolo

- *Assorbire gli urti* derivanti dalle asperità della strada
- *Assicurare la massima aderenza* su qualsiasi fondo stradale
- *Sopportare gli sforzi* generati da brusche frenate, da rapide accelerazioni e dalla spinta della forza centrifuga in curva
- *Garantire la massima stabilità* del veicolo anche alle maggiori velocità.

Il pneumatico deve inoltre possedere *una durata soddisfacente* anche se impiegato in condizioni ambientali sfavorevoli.

- **Costituzione dei pneumatici** - i pneumatici sono costituiti da un involucro esterno detto *copertone.*

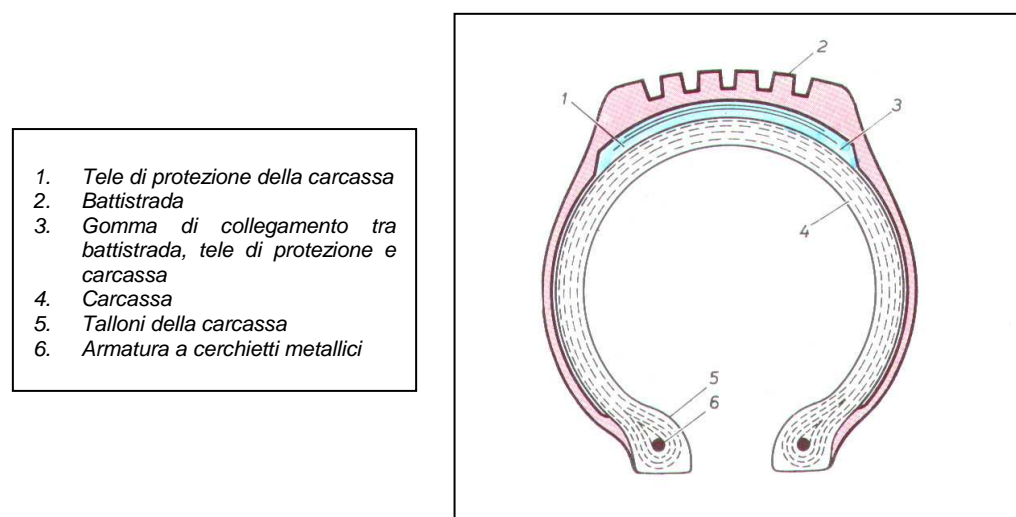
Il copertone è formato da un complesso di tele di cotone gommato, che prende il nome di *carcassa,* da un rivestimento esterno di gomma e da un'armatura sul cerchio della ruota.

Le varie tele costituenti la carcassa possono essere *incrociate* oppure avvolte in *senso radiale*; il loro numero varia secondo il tipo, la misura e le caratteristiche richiesta al pneumatico.

L'uso del cotone per la fabbricazione delle tele è stato ormai abbandonato perché soggetto a marcire con l'umidità. Al posto del cotone fu dapprima impiegato il *raion* e poi il *nylon* perché più elastico, più tenace, più resistente all'abrasione e meno igroscopico.

La *Goodyear* ha costituito un pneumatico, denominato *Decathlon,* provvisto di una carcassa a tele incrociate fabbricate con resine *poliestere* fasciate con nastro in *fibra di vetro.*

Costituzione di un pneumatico

1. *Tele di protezione della carcassa*
2. *Battistrada*
3. *Gomma di collegamento tra battistrada, tele di protezione e carcassa*
4. *Carcassa*
5. *Talloni della carcassa*
6. *Armatura a cerchietti metallici*

- **Armatura dei pneumatici** - l'armatura dei pneumatici è costituita da cerchietti metallici nei bordi inferiori della carcassa. I copertoni con tale armatura vengono denominati a *fianchi dritti* o S.S. (*straigt-side)* per distinguerli dagli

antichi copertoni privi di armatura metallica ma coi fianchi *sagomati a tallone* sul quale veniva a far presa il bordo del cerchione, che era rivolto verso il

pneumatico. La costruzione dei pneumatici a tallone è ormai completamente abbandonata. I pneumatici sono applicati sui cerchioni delle ruote in modo diverso secondo che si tratti di pneumatici per autovetture o per autocarri.

- **Il battistrada** - il rivestimento esterno di gomma ha uno spessore rilevante nella zona in cui il pneumatico viene a contatto con la strada.

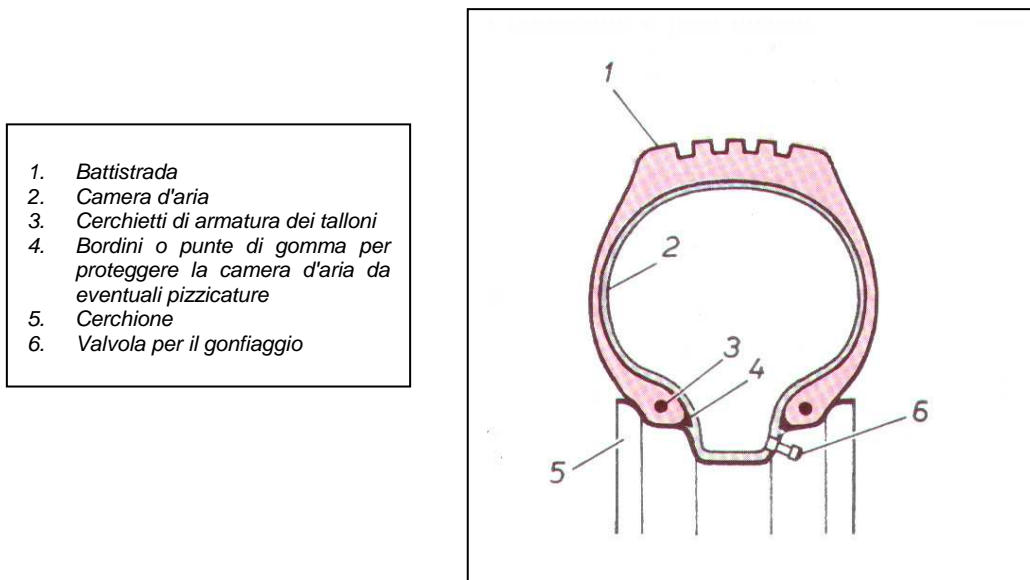
Su queste zona, detta appunto *battistrada,* è praticato un disegno in rilievo avente lo scopo di migliorare l'aderenza.

Tra la superficie interna del battistrada e la carcassa è inserito un certo numero di tele per proteggere la carcassa stessa. Su molti tipi di pneumatici per autovetture le tele di protezione sono metalliche.

I pneumatici *tubeless,* e cioè senza camera d'aria, presentano su quelli a camera i seguenti vantaggi:

- *Maggiore elasticità e quindi maggior conforto di marcia*
- *Si riscaldano meno, nelle stesse condizioni d'impiego, perché disperdono meglio il calore. Infatti, quando c'è la camera, il calore, per disperdersi nell'atmosfera, deve attraversare lo spessore della camera stessa e lo stratterello d'aria che rimane interposto fra camera e carcassa del pneumatico.*

Montaggio di un pneumatico per autovettura con camera d'aria

1. *Battistrada*
2. *Camera d'aria*
3. *Cerchietti di armatura dei talloni*
4. *Bordini o punte di gomma per proteggere la camera d'aria da eventuali pizzicature*
5. *Cerchione*
6. *Valvola per il gonfiaggio*

- **Classificazione dei pneumatici** - secondo la *pressione* di gonfiaggio i pneumatici si suddividono in pneumatici ad alta, a bassa e a bassissima pressione. Vediamo quali sono le loro caratteristiche principali.

- <u>Pneumatici ad alta pressione</u> - si trovano ancora montati sulle ruote di vetture di vecchia costruzione e su quelle dei veicoli industriali pesanti. In genere hanno *grande diametro e sezione trasversale limitata.* Offrono poca resistenza al

rotolamento, si consumano relativamente poco perché trasmettono piccoli sforzi periferici a causa del loro grande diametro, *ma sono eccessivamente rigidi.*

La pressione di gonfiaggio, mediamente varia da: 4,5 a 6,5 kg/cm²

- <u>Pneumatici a bassa pressione</u> - questi pneumatici hanno un diametro più piccolo di quello dei precedenti, ma hanno sezione trasversale più ampia.

Rispetto ai pneumatici ad alta pressione presentano *maggiore resistenza al rotolamento, ma sono più flessibili* e quindi assorbono meglio gli urti provocati dalle asperità stradali.

Le pressioni di gonfiaggio sono contenute nei seguenti limiti:

pneumatici per autovetture 1,3-1,8 kg/cm²
pneumatici per autocarri 2,5-4,5 kg/cm²

- <u>Pneumatici a bassissima pressione</u> - sono di sezione ancora più ampia rispetto a quelli precedenti e presentano perciò *maggiore flessibilità, maggior tenuta di strada e una durata più lunga.*

Dal punto di vista della resistenza al rotolamento, si trovano invece in condizioni più sfavorevoli.

Le pressioni di gonfiaggio vengono comunemente contenute entro i limiti sotto riportati:

- pneumatici per autovetture 0,8 -1,5 kg/cm²
- pneumatici per autocarri 2,0 -4,0 kg/cm²

I pneumatici a bassa e a bassissima pressione sono quelli più largamente adottati per le ruote delle autovetture moderne perché, assorbendo maggiormente gli urti, sollecitano meno le sospensioni e conferiscono alla vettura un conforto di marcia migliore.

- **Pneumatici a bassa e a bassissima pressione** - i pneumatici vengono normalmente designati per mezzo di una *marcatura in rilievo* costituita da due numeri che indicano le dimensioni approssimate del pneumatico, gonfiato alla pressione prescritta e non sotto carico.

I due numeri separati da una lineetta o da un segno di moltiplicazione, forniscono le dimensioni espresse in pollici, in unità metriche oppure in entrambi i sistemi di misura.

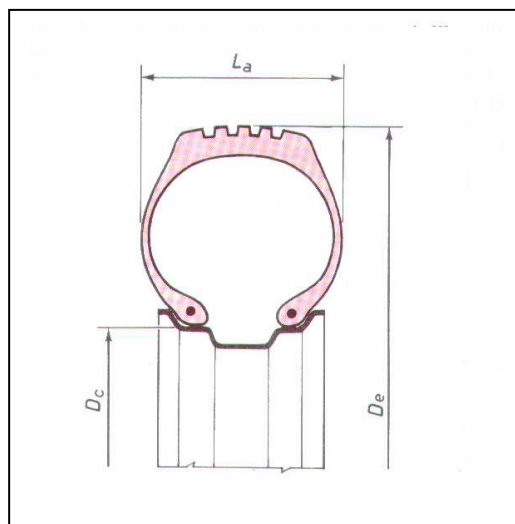
- <u>Dimensioni in pollici</u> - la designazione è fatta con due numeri: il primo, con due decimali, indica la larghezza approssimativa L_a della sezione trasversale o corda; il secondo numero, sempre intero, indica il diametro di calettamento esatto D_c.

- <u>Dimensioni in unità metriche</u> - la designazione è fatta con due numeri: il primo indica la larghezza approssimativa L_a, in cm. od in mm., della sezione trasversale; il secondo indica il diametro di calettamento esatto D_c., in cm. od in mm.

- <u>Dimensioni in unità metriche e in pollici</u> - la designazione è fatta con due numeri: il primo indica la larghezza approssimativa L_a, in mm. della sezione trasversale; il secondo indica il diametro di calettamento esatto D_c., in pollici.

- **Pneumatici ad alta pressione** - le due dimensioni sono espresse in pollici: il primo numero indica il diametro approssimativo D_e del pneumatico; il secondo indica la larghezza approssimativa L_a della sezione trasversale, ossia della corda.

Le dimensioni sono espresse in pollici: il primo numero indica il diametro esterno approssimativo D_e del pneumatico; il secondo indica la larghezza approssimativa L_a della sezione trasversale, ossia della corda.

L_a	=	*larghezza approssimata della sezione trasversale*
D_c	=	*diametro di calettamento*
D_c	=	*diametro esterno non sotto carico*

- **Elementi che influiscono sulla portata** - la portata di un pneumatico è il carico che esso può sopportare in condizioni d'impiego normale senza pregiudicare la sua durata.

Sul valore della portata influiscono i seguenti elementi:

- pressione di gonfiaggio
- larghezza della sezione trasversale
- diametro di calettamento
- velocità di marcia.

▪ Pressione di gonfiaggio - la capacità di carico di un pneumatico dipende dalla quantità di aria in esso contenuta e quindi dalla pressione di gonfiaggio: aumentando la pressione aumenta la portata e viceversa.

Lasciando invariato il carico e diminuendo la pressione, aumenta la flessione del pneumatico e si sovraccarica il copertone a tutto svantaggio della durata del pneumatico stesso.

Per chiarire quanto sopra esposto facciamo un esempio numerico. Secondo i dati forniti dal costruttore, un pneumatico 9.00-20 per autocarri può sopportare senz'aria, in virtù della propria resistenza allo schiacciamento, un carico di 120 kg., mentre, se è gonfiato a 4,5 kg/cm^2 sopporta 1.600 kg.; di conseguenza l'aria compressa sopporta un carico di 1.480 kg.

Se la pressione diminuisce a 4 kg/cm^2, la portata si riduce a 1.460 kg. ma siccome il copertone sopporta sempre 120 kg., la perdita di capacità portante è dovuta esclusivamente alla riduzione della pressione di gonfiaggio.

Se manteniamo la pressione a 4 kg/cm^2 e carichiamo 1.600 kg., il complesso copertone-aria risulta sovraccaricato di 1.600-1.460 = 140 kg. Ma poiché il copertone può sopportare soltanto 120 kg., facendolo lavorare a 140 kg. viene sottoposto ad un sovraccarico del 17% !

Lavorando sotto queste gravose condizioni, il pneumatico avrà una durata limitatissima.

- Larghezza della sezione trasversale - aumentando la larghezza della sezione trasversale, ma lasciando invariate le altre dimensioni, aumenta la quantità di aria contenuta, a pari pressione, e quindi cresce la portata del pneumatico.

- Diametro di calettamento - diminuendo il diametro di calettamento, a parità di diametro esterno e di larghezza di sezione trasversale, aumenta la quantità di aria contenuta ad una data pressione e perciò cresce il carico sopportabile dal pneumatico.

- Velocità di marcia - aumentando la velocità di marcia, il pneumatico si riscalda di più facendo aumentare la pressione dell'aria e perciò, teoricamente, aumenta la portata del pneumatico. In pratica l'aumento della pressione al crescere della velocità *può diventare pericoloso* e perciò si dovrà diminuire il carico con l'aumento della velocità di marcia.

- **Variazione della portata al variare della pressione di gonfiaggio** - nelle tabelle che seguono abbiamo riportato, a titolo orientativo, i valori della portata di alcuni pneumatici, in funzione della pressione di gonfiaggio.

- 1- Pneumatici per vetture utilitarie

Dimensioni del pneumatico	*Portata in kg. del pneumatico gonfiato alla pressione di kg/cm^2*			*Variazione della portata ogni 0,1 kg/cm^2*
	1,25	1,50	1,75	
5,20 - 12	220	250	280	± 12 kg.
5,20 - 14	250	280	310	

- 2 - Pneumatici per vetture medie da turismo

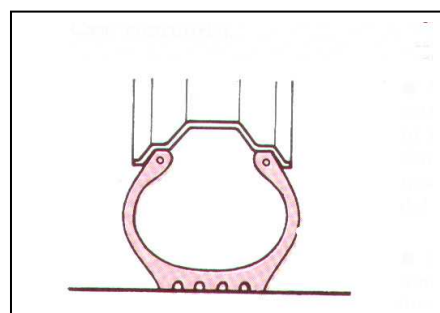
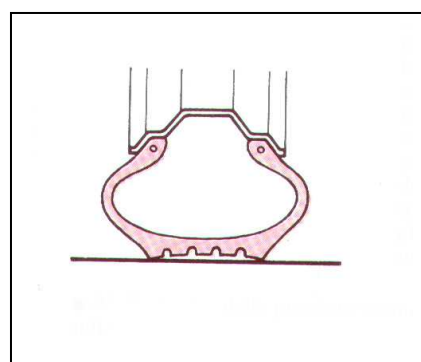
Dimensioni del pneumatico	*Portata in kg. del pneumatico gonfiato alla pressione di kg/cm^2*						*Variazione della portata ogni 0,1 kg/cm^2*
	1,00	1,10	1,20	1,30	1,40	1,50	
155 - 15	250	270	290	310	330	350	± 20 kg.
165 - 400	280	310	340	370	400	430	± 30 kg.

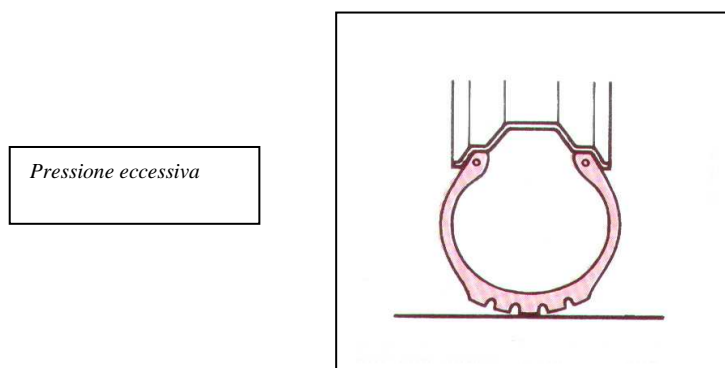
- 3 - Pneumatici per autocarri

Dimensioni del pneumatico	*Portata in kg. del pneumatico gonfiato alla pressione di kg/cm^2*					*Variazione della portata ogni 0,1 kg/cm^2*
	3,00	3,50	4,00	4,50	5,00	
9.00 - 20	1190	1330	1465	1600	---	± 27 kg.
165 - 400	----	1550	1675	1800	1925	± 25 kg.

Per un dato pneumatico la portata è direttamente proporzionale alla pressione di gonfiaggio. La variazione della portata corrispondente ad una pressione di 0,1 kg/cm^2 è in media di circa 23 kg.

- **Pressione di gonfiaggio** - la pressione di gonfiaggio ha un'influenza grandissima sulla durata del pneumatico, sulla stabilità e sul comfort di marcia. È pertanto necessario attenersi scrupolosamente ai valori forniti dalle Case costruttrici.

- a) Pressione giusta - *se la pressione è giusta,* il pneumatico sotto carico assume la forma indicata in figura ed il suo rendimento è massimo perché il carico si distribuisce in modo uniforme su tutta la larghezza del battistrada.

- b) *Pressione insufficiente - se la pressione è insufficiente,* il pneumatico si schiaccia di più ed il carico, invece di distribuirsi su tutta la larghezza del battistrada, si concentra sulle parti laterali, che si consumano precocemente. Inoltre, a causa dell'esagerata flessione dei fianchi, si ha un notevole sviluppo di calore che può provocare il distacco del battistrada e delle tele. Sui fianchi si producono screpolature che, trasformandosi in tagli, lasciano penetrare l'acqua che fa marcire le tele.

- c) <u>Pressione eccessiva</u> - il battistrada non appoggia per tutta la sua larghezza sul piano stradale e perciò si ha un consumo più accentuato al centro del pneumatico. Inoltre i fili della carcassa, essendo troppo tesi, diventano vulnerabili agli urti con pericolo di scoppio. Anche la gomma del battistrada, essendo più tesa, diventa facilmente lacerabile; sono più frequenti le forature, i tagli e le screpolature nel fondo degli incavi della scolpitura.

Pressione eccessiva

Al diminuire della pressione aumenta lo strisciamento del pneumatico sulla strada. Tanto con pressione eccessiva, quanto con pressione insufficiente, si ha una diminuzione della durata del pneumatico; la diminuzione è maggiormente sentita nel caso di pressione insufficiente. In altri termini possiamo dire che, per effetto dello schiacciamento nella zona di contatto, *la strada esercita un'azione frenante* trasformando in lavoro di strisciamento parte dell'energia cinetica posseduta dal battistrada. È evidente che lo strisciamento, e quindi l'usura del battistrada, saranno tanto più grandi quanto maggiore è lo schiacciamento e cioè quanto più bassa è la pressione di gonfiaggio.

L'aumento dello schiacciamento, riducendo il raggio del pneumatico sotto carico, diminuisce la circonferenza effettiva di rotolamento e quindi la velocità di traslazione del veicolo a parità di giri delle ruote motrici.

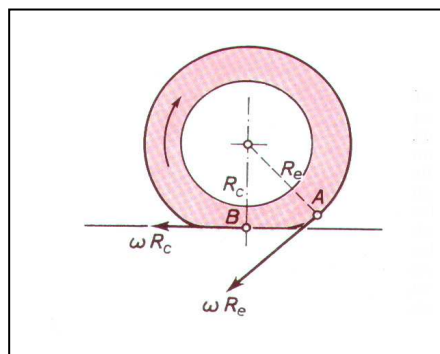
La pressione insufficiente aumenta la resistenza al rotolamento, sia perché la superficie rotolante si allontana dalla forma cilindrica, sia per l'aumento dello strisciamento nella zona di appoggio, che esercita un'azione frenante sulla ruota.

Se la pressione è quella prescritta, la temperatura del pneumatico, durante la marcia continua su autostrada, *si stabilizza* intorno agli 85°.

Se la pressione *viene ridotta di* 0,7 kg/cm^2 , si ha un'esagerata e ripetuta flessione dei fianchi che ha come conseguenza il *surriscaldamento del pneumatico* fino a temperature di circa 130°. Toccando il pneum atico non è facile valutare il surriscaldamento perché la superficie esterna del pneumatico è raffreddata dall'azione dell'aria. Proseguendo la marcia coi pneumatici surriscaldati si provoca il distacco di minutissimi brandelli di battistrada che, battendo sotto i parafanghi fanno un rumore simile al ghiaietto. Se il guidatore non si accorge in tempo di ciò che sta accadendo, *il battistrada si distacca dalla carcassa.*

Infatti, allorché il punto ***A*** passa nel punto ***B*** nella zona dello schiacciamento massimo, il raggio $\boldsymbol{R_c}$ ed allora, siccome la velocità angolare ω della ruota è

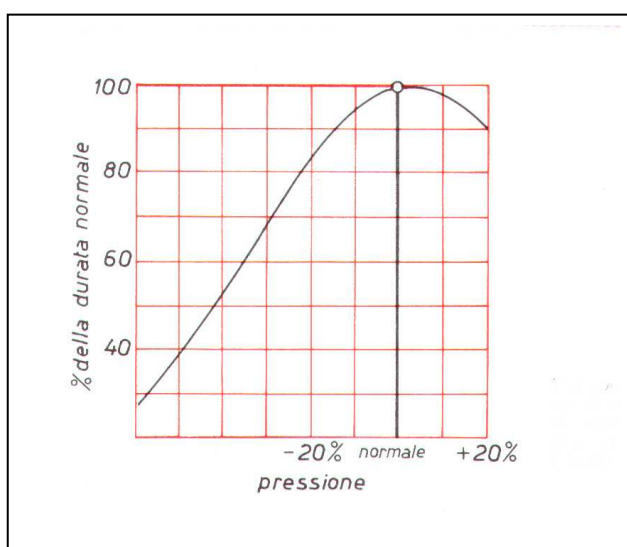
rimasta inalterata, la velocità periferica ω R_e del punto *A* deve diminuire fino ad assumere il valore ω R_c.

Ne consegue che il battistrada, dovendo diminuire la sua velocità periferica, è costretto a strisciare sul piano stradale e perciò si usura rapidamente.

È opportuno far presente che le pressioni indicate dal Costruttore si riferiscono a pneumatico freddo, ossia alla temperatura media di 15°; durante il servizio, le pressioni suddette possono aumentare fino al 30% senza alcun pregiudizio per la buona conservazione del pneumatico.

- *Influenza della temperatura sulla pressione* - questo aumento di pressione è originato dal riscaldamento provocato dall'attrito, dalla ripetuta flessione dei fianchi, da particolari condizioni atmosferiche, dalle asperità stradali, dall'azione prolungata dei freni ed infine da fenomeni di isteresi termica.

La grande influenza della pressione di gonfiaggio sulla durata del pneumatico è messa in evidenza dal diagramma riportato in figura, ricavato sperimentalmente. Come si vede, se la pressione diminuisce del 20%, rispetto a quella normale, la durata del pneumatico si riduce all'85%, mentre un aumento di pressione del 20% riduce la durata al 90%.

Un leggero eccesso di pressione è meno dannoso di una pressione insufficiente.

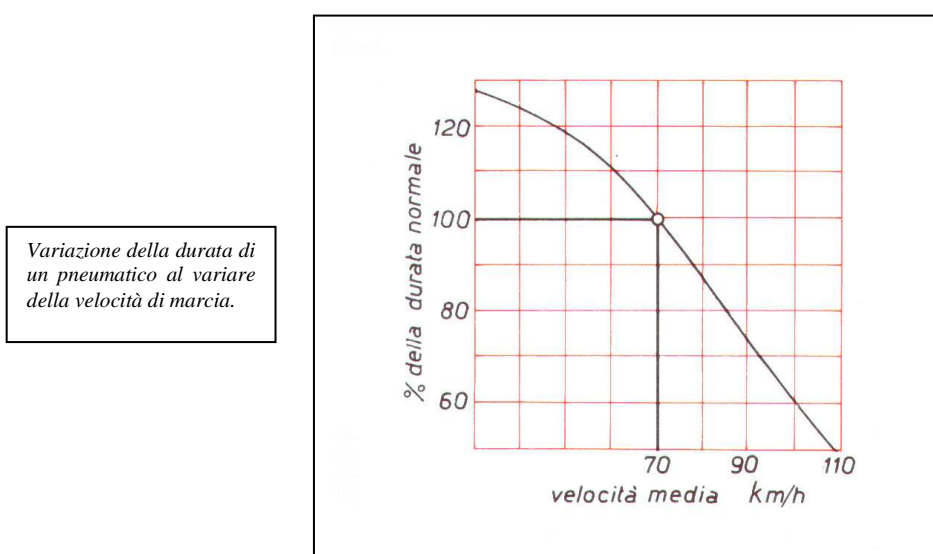
Variazione della durata di un pneumatico al variare della pressione di gonfiaggio.

❑ **Velocità media di marcia** - la velocità è l'elemento che influisce maggiormente sulla durata perché surriscalda il pneumatico. Infatti, il calore nell'interno del pneumatico è provocato dall'attrito generato dallo spostamento relativo delle tele della carcassa che, ad ogni giro della ruota, subisce una flessione. Ne consegue che il crescere della velocità aumenta il numero delle flessioni della carcassa e quindi il calore interno.

Siccome la dispersione del calore all'esterno non cresce in eguale misura, si ha un aumento della pressione dell'aria interna, che irrigidisce il pneumatico rendendolo più vulnerabile agli urti. Contemporaneamente, l'aumento della temperatura fa diminuire la resistenza del battistrada alla abrasione.

Passando da una velocità media di 70 km/h ad una velocità di 110 km/h, la durata del pneumatico si riduce di circa il 50%.

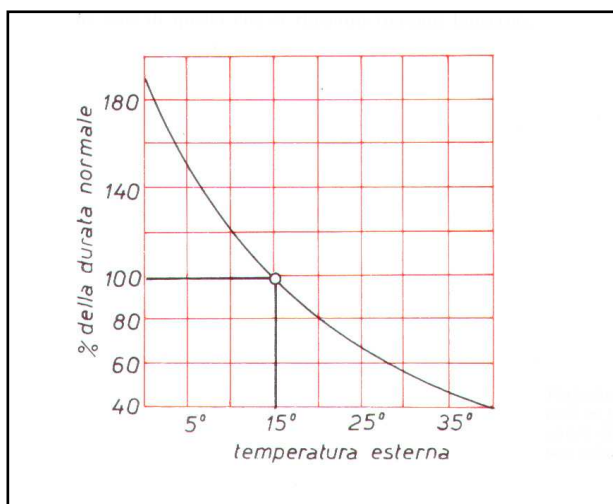
Durante le competizioni, una diminuzione cosi forte della durata può verificarsi anche per piccoli aumenti di velocità. Evidentemente, a pari aumento di velocità media, l'usura è maggiore quando si marcia su strada con molte curve e col fondo stradale non in buone condizioni.

La diminuzione della durata con l'aumento della velocità media è messa in evidenza dal diagramma di seguito riportato.

Variazione della durata di un pneumatico al variare della velocità di marcia.

❑ **Temperatura esterna** - l'esperienza ha dimostrato che la durata di un pneumatico aumenta con la diminuzione della temperatura esterna e con strade bagnate, che esercitano un'efficace azione raffreddante.

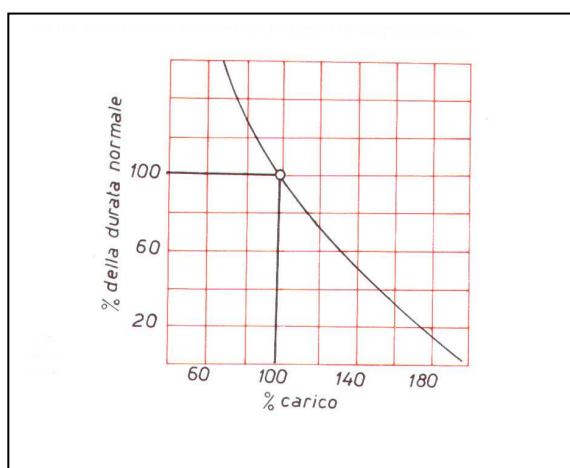
Come risulta dal diagramma riportato in figura, passando da una temperatura esterna di 15°, ad una temperatura di 40°, la durat a del pneumatico si riduce al 40% della durata normale.

In linea di massima, il consumo delle gomme durante l'estate è *circa tre volte* di quello che si riscontra durante l'inverno.

Variare della durata di un pneumatico al variare della temperatura esterna

▪ **Carico sul pneumatico** - il carico non deve superare quello prescritto dal Costruttore; in caso contrario l'eccessiva flessione dei fianchi del pneumatico fa aumentare notevolmente la temperatura dell'aria contenuta e quindi la pressione interna.

In queste condizioni si possono produrre distacchi delle tele in corrispondenza degli spigoli del battistrada e anche rotture più gravi. Inoltre, in caso di urti violenti, essendo il pneumatico troppo rigido, può avvenire la rottura delle tele e quindi lo scoppio.

Un sovraccarico del 20% c.a. *riduce di circa un terzo* la durata del pneumatico.

Variazione della durata di un pneumatico al variare del carico

❑ **Convergenza e inclinazione delle ruote** - la convergenza e l'inclinazione delle ruote provocano inevitabilmente il consumo irregolare del battistrada del pneumatico e perciò ne diminuiscono la durata, specialmente quando il loro valore è eccessivo ed il fondo stradale è ruvido.

L'inclinazione eccessiva, ad esempio, può mettere fuori uso un pneumatico dopo una percorrenza di 1.000 - 2.000 km.; però, anche se la convergenza e

l'inclinazione hanno valori limitati, il consumo irregolare si presenta ugualmente, quantunque in misura più ridotta.

Le ruote anteriori infatti, essendo inclinate in fuori rispetto alla verticale e convergenti sul davanti del veicolo, costringono il pneumatico a lavorare maggiormente sul bordo esterno del battistrada.

Le ruote posteriori, quando la sospensione è a ponte rigido, non hanno inclinazione né convergenza e perciò i loro pneumatici non risentono dell'inconveniente suddetto. Se invece la sospensione posteriore è a ruote indipendenti queste, a vettura scarica, sono inclinate in fuori e perciò i loro pneumatici, viaggiando lungamente a carico ridotto, si consumano maggiormente sul bordo esterno.

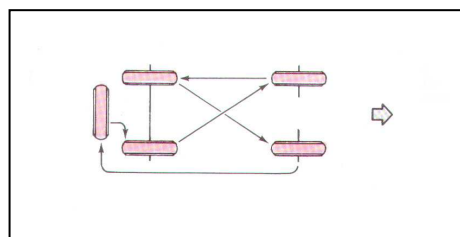
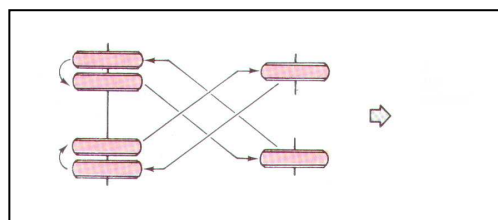
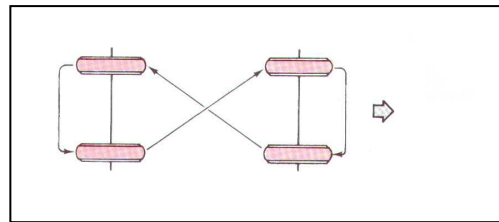
Quando il veicolo è provvisto di ponte rigido è buona norma, allo scopo di ripartire i consumi, scambiare le ruote anteriori con quelle posteriori, oppure ribaltare il pneumatico sul cerchione almeno ogni 5.000/8.000 km.

Se la vettura è a ruote posteriori indipendenti, la ripartizione del consumo può solo ottenersi ribaltando il pneumatico sul cerchione della rispettiva ruota.

Allorché i pneumatici montati sulle ruote si trovano nelle stesse condizioni di usura, si possono adottare gli schemi di permutazione indicati nelle figure sotto riportate. La permutazione deve essere eseguita almeno ogni 10.000 - 15.000 km. di percorrenza e facendo intervenire nello scambio anche la ruota di scorta.

Se i pneumatici sono a profilo asimmetrico, non possono essere ribaltati sul cerchione.

In occasione della permutazione, è sempre consigliabile verificare l'equilibratura statica e dinamica delle ruote.

Schema di permutazione per autovetture

Schema di permutazione per autocarri

Schema di permutazione per rimorchi due assi

❑ **Squilibratura delle ruote** - lo squilibrio delle ruote è una delle principali cause dell'usura irregolare del pneumatico e si fa particolarmente sentire sui moderni autoveicoli dotati di elevate velocità.

● <u>Cause</u> - la s*quilibratura* delle ruote può essere provocata da:

- *squilibrio fra gli elementi costituenti il complesso rotante* (cerchione, pneumatico, tamburo o disco del freno).

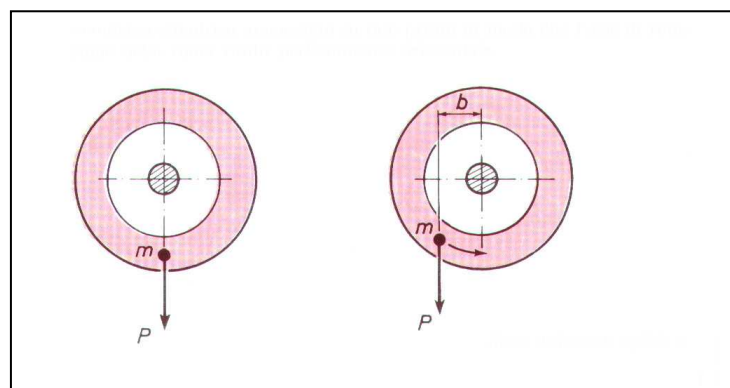
- *deformazione dei cerchioni* prodotta da urti, da eccessivo gonfiaggio o da marcia con pneumatico sgonfio.

- *riparazione effettuata grossolanamente* della copertura (pneumatico).

Una ruota può essere squilibrata *staticamente, dinamicamente,* oppure essere affetta da *entrambe le forme di squilibrio.*

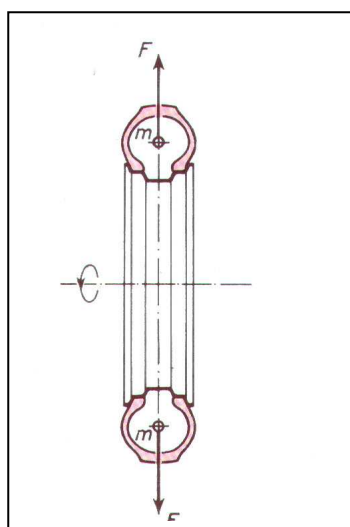
Consideriamo una ruota completa di pneumatico, montata su di adatto mandrino cilindrico appoggiato su due prismi in modo che l'asse di rotazione della ruota risulti perfettamente orizzontale.

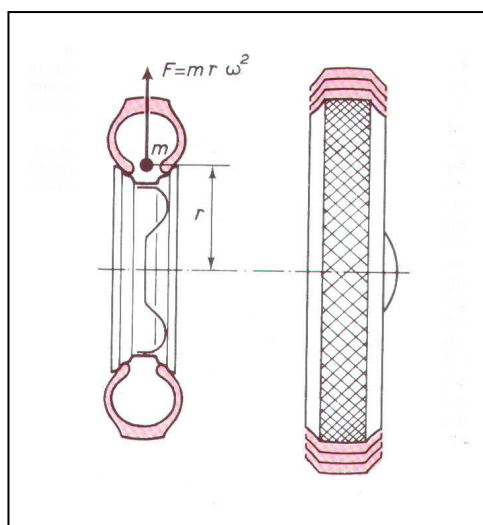
- *equilibratura statica,* l'equilibratura <u>*statica*</u> è quando la ruota rimane perfettamente immobile in qualunque posizione venga disposta.

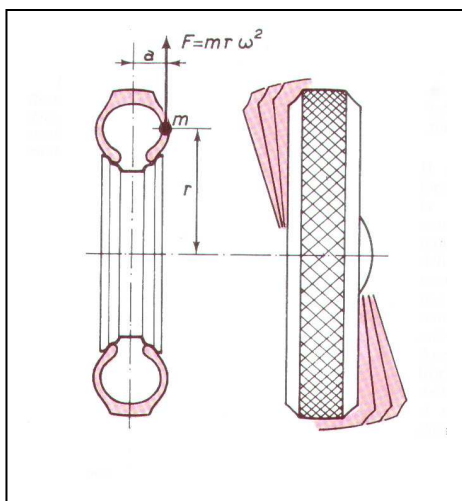
Ruota staticamente squilibrata

Se invece la ruota tende a girare, significa che esiste un momento di rotazione *Pb* provocato da un peso squilibrante *m.* in questo caso, dopo un certo numero di oscillazioni, la ruota si disporrà in modo che il suo peso squilibrante venga a trovarsi *verticalmente in basso,* in posizione cioè di momento nullo.

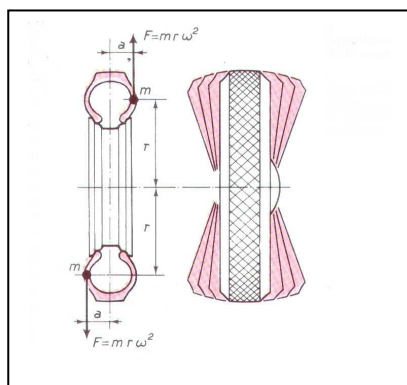
- *equilibratura dinamica,* l'equilibratura dinamica, quando posta in rotazione, il suo piano equatoriale mantiene inalterata la sua posizione, e cioè non subisce oscillazioni trasversali. In altri termini possiamo dire che la *ruota è dinamicamente equilibrata quando è nullo il momento delle forze centrifughe rispetto all'asse di rotazione.*

In questo caso le forze centrifughe giacciono nel piano equatoriale della ruota e hanno la stessa intensità.

Secondo la posizione del peso squilibrante, possono presentarsi i casi illustrati nella pagina seguente.

Ruota equilibrata staticamente e dinamicamente

- a) *ruota squilibrata staticamente,* il peso squilibrante si trova nel piano equatoriale. La ruota oscilla in un piano verticale sottoponendo il pneumatico ad una successione di urti, contro il piano stradale, tanto più violenti quanto più alta è la velocità. Siccome gli urti si ripetono sempre nella stessa zona del pneumatico e cioè dove si trova il peso squilibrante, il battistrada si consuma rapidamente in modo irregolare, *a chiazze.* Le oscillazioni della ruota si ripercuotono sugli organi della guida, dello sterzo e sulle sospensioni.

Ruota squilibrata staticamente

- b) *ruota squilibrata staticamente e dinamicamente,* il peso squilibrante si trova fuori del piano equatoriale. Il momento prodotto dalla forza centrifuga fa oscillare la ruota in un piano trasversale *(sfarfallamento);* contemporaneamente, per effetto dello squilibrio statico, la ruota oscilla in un piano verticale. In questo caso il pneumatico rotola *serpeggiando* e *saltellando* sul piano stradale. Anche questa forma di squilibrio è risentita dagli organi della guida e il pneumatico si consuma precocemente a *chiazze e sui bordi del battistrada.*

Ruota squilibrata staticamente e dinamicamente

- c) *ruota squilibrata dinamicamente ma equilibrata staticamente,* esistono due pesi squilibranti uguali, fuori del piano equatoriali, equidistanti e asimmetrici rispetto all'asse di rotazione. Durante la rotazione i momenti delle *forze* centrifughe provocano lo sfarfallamento della ruota in senso trasversale, come nel caso precedente ma lo sfarfallamento risulta più accentuato perché le forze centrifughe generano momenti concordanti. Il pneumatico rotola serpeggiando (*spazza la strada*) provocando la *rapida usura dei bordi del battistrada.* Anche in questo caso le oscillazioni delle ruote si ripercuotono sugli organi dello sterzo.

Ruota squilibrata dinamicamente, ma equilibrata staticamente

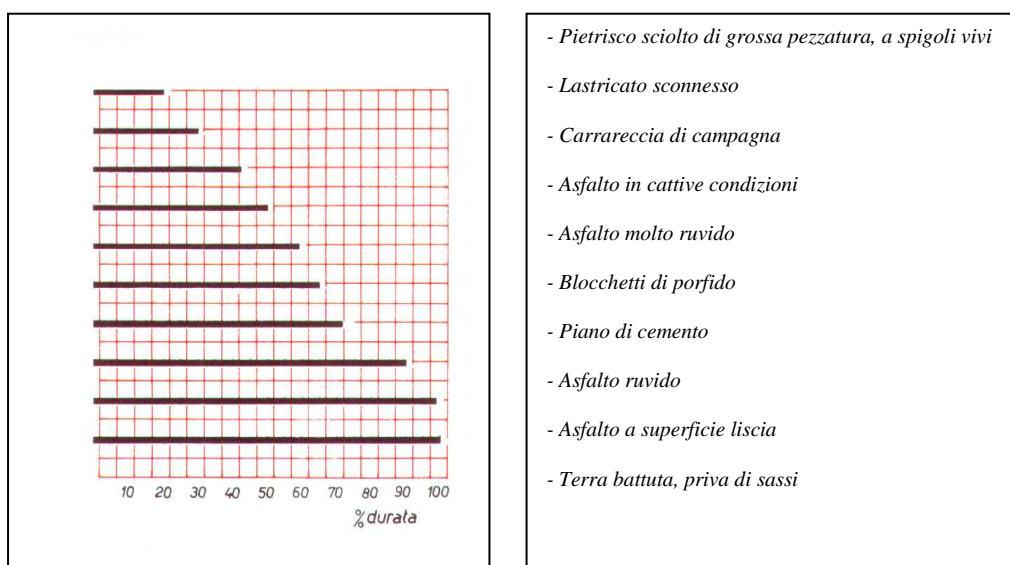
- **Effetti del pneumatico in funzione dello stato del fondo stradale** - il grafico sotto riportato mette in evidenza la variazione della durata del pneumatico in funzione della natura e delle condizioni del fondo stradale.

La natura e le condizioni del piano stradale hanno grande influenza sulla durata del pneumatico, ma la misura di questa influenza non è facilmente valutabile in cifre. Le percentuali di durata riportate sul grafico hanno valore puramente orientativo.

Se il fondo stradale è irregolare, con buche o con lastricato sconnesso, *si producono strisciamenti del battistrada* a causa dei sobbalzi della ruota. Infatti, quando la ruota si solleva dal terreno per un sobbalzo, tende ad accelerare se è motrice e a rallentare se è folle; quando riprende il contatto con la strada, il pneumatico possiede una velocità periferica diversa da quella che gli competerebbe per la traslazione del veicolo, diversa cioè da quella dovuta al moto di rotolamento puro; di conseguenza il battistrada striscerà sul terreno, consumandosi irregolarmente *a chiazze* mentre la carcassa, a causa dei sobbalzi della ruota, viene sottoposta a flessioni irregolari e ad un martellamento che, *sollecitando le tele a fatica,* ne riduce la resistenza. Quanto sopra accade, sebbene in misura inferiore, anche sui fondi stradale privi di buche, ma non perfettamente lisci.

L'asfalto molto ruvido *aumenta l'aderenza,* ma *riduce* di circa il 40% la *durata* di un pneumatico perché agisce sul battistrada come un abrasivo.

Variazione della durata di un pneumatico in funzione della natura e delle condizioni del fondo stradale.

- *Pietrisco sciolto di grossa pezzatura, a spigoli vivi*
- *Lastricato sconnesso*
- *Carrareccia di campagna*
- *Asfalto in cattive condizioni*
- *Asfalto molto ruvido*
- *Blocchetti di porfido*
- *Piano di cemento*
- *Asfalto ruvido*
- *Asfalto a superficie liscia*
- *Terra battuta, priva di sassi*

La massima durata di un pneumatico si ottiene su strade con fondo in terra battuta, liscia e priva di sassi; leggermente inferiore, ma sempre alta, è la durata su strade bene asfaltate, a superficie liscia.

La minor durata di un pneumatico si riscontra invece quando il fondo stradale è costituito da pietrisco sciolto di grossa pezzatura a spigoli vivi. In quest'ultimo caso la diminuzione della durata è soprattutto dovuta *all'azione di raschiamento esercitata dagli spigoli del pietrisco* che, talvolta, producono lacerazioni del battistrada e anche della carcassa.

Le strade di montagna e quelle a tracciato sinuoso richiedono frequente uso del cambio di velocità, frenate e brusche accelerazioni che riducono notevolmente la durata del battistrada. In tali condizioni d'impiego la durata può scendere fino al 50% di quella che si ottiene su strade piane con poche ed ampie curve.

L'aumento dell'usura del battistrada su strade a *tracciato sinuoso* è dovuto all'*azione della forza centrifuga* che, oltre a sovraccaricare i pneumatici delle ruote esterne sollecitandoli in modo anormale, tende a farli strisciare sul piano stradale verso l'esterno della curva.

- **Alcuni elementi che influiscono sulla durata del pneumatico** - la prolungata esposizione dei pneumatici alla luce solare ne diminuisce la resistenza all'usura.

- la *luce solare altera profondamente* la struttura della gomma stessa facendole perdere l'*elasticità* che è la sua caratteristica fondamentale.

- l'*umidità;* quando il pneumatico è in buone condizioni, l'acqua agendo come raffreddante ne prolunga la durata; se però il pneumatico presenta qualche taglio o screpolature, l'acqua, penetrando nell'interno, finisce col provocare il distacco del rivestimento protettivo di gomma e col danneggiare le tele della carcassa.

- il *modo di guidare influisce notevolmente sulla durata dei pneumatici.* Sia le rapide accelerazioni, sia le brusche frenate provocano strisciamento del battistrada e tormento dei fili della carcassa. Le curve troppo strette e compiute a forte velocità producono strisciamenti trasversali del pneumatico, distorsione dei fili della carcassa e usura prematura del bordo esterno del battistrada.

- *distribuzione del carico* sul veicolo; se il carico trasportato dal veicolo non è distribuito razionalmente, *uno o più pneumatici risultano sovraccaricati* nei confronti degli altri e perciò avranno una minore durata.

Un caso di distribuzione irrazionale, e al quale purtroppo non si può rimediare, si ha quando un autocarro è carico con travi, legname o tubi molto lunghi che sporgono oltre l'assale posteriore. In questi casi i pneumatici posteriori, soverchiamente caricati, vengono a trovarsi in condizioni da non poter reagire elasticamente contro gli urti delle asperità stradali; contemporaneamente il carico a sbalzo genera un movimento d'oscillazione molto dannoso per i fianchi e i talloni dei pneumatici.

Altro caso di *carico irrazionale* si ha quando il peso trasportato è disposto *troppo in alto* sul piano normale di carico. Anche in questo caso si generano oscillazioni di tipo *rullio e beccheggio* che, a intermittenza, trasferiscono sui pneumatici rilevanti carichi longitudinali e trasversali.

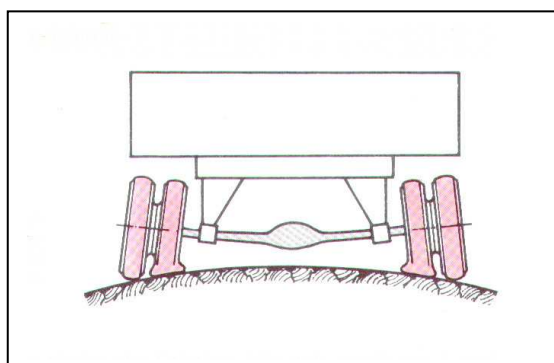
- **Diversità di carico e di usura dei pneumatici accoppiati** - i pneumatici delle ruote posteriori accoppiate, montate su taluni autocarri pesanti, vengono soggetti a carichi diversi e quindi ad usure diverse, a causa della convessità del piano stradale e di una leggera inflessione del ponte posteriore sotto carico.

Per tali ragioni, i *pneumatici interni vengono sovraccaricati* rispetto a quelli esterni e, se la convessità è forte, può accadere che quest'ultimi tocchino il terreno soltanto col bordo interno del battistrada.

Poiché il pneumatico interno di ogni copia sopporta il maggior carico, può sembrare che esso si consumi più rapidamente di quello esterno. In realtà, i fatti si svolgono come segue: a causa del maggior carico sopportato, il pneumatico interno si flette di più e perciò il suo diametro risulta più piccolo di quello del pneumatico esterno. Per tale motivo il pneumatico interno dovrebbe percorrere, nello stesso tempo, una distanza più piccola di quella percorsa dal pneumatico esterno. Ma poiché le due ruote sono accoppiate, un pneumatico non può girare più lentamente dell'altro e perciò avverrà uno strisciamento. Siccome il pneumatico interno non può strisciare perché è soggetto al carico maggiore, sarà quello esterno che, per la sua minore aderenza, slitterà sulla strada, consumandosi rapidamente.

Man mano che aumenta l'usura del pneumatico esterno, le condizioni della coppia peggiorano perché, diminuendo il diametro del pneumatico esterno, aumenta il sovraccarico sul pneumatico interno a tutto scapito della durata di quest'ultimo.

In definitiva possiamo concludere che, per effetto della convessità della strada, il pneumatico esterno si consuma rapidamente per lo strisciamento del suo battistrada; mentre il pneumatico interno si consuma per il continuo aumento del sovraccarico iniziale causato dall'usura del pneumatico esterno.

Comportamento dei pneumatici delle ruote gemelle per effetto della convessità del piano stradale e della flessione del ponte posteriore del veicolo.

Da quanto precede risulta che l'*adozione delle ruote gemelle non è consigliabile;* quando, per necessità di portata, si dovesse ricorrere a tale soluzione, è opportuno effettuare frequenti scambi di pneumatici allo scopo di ripartire l'usura su tutto il treno di gomme.
Si tenga inoltre presente che dovendosi accoppiare due pneumatici usurati in misura diversa occorre *montare all'interno quello più consumato,* vale a dire quello di diametro più piccolo, in modo da caricare maggiormente il pneumatico esterno impedendone o riducendone in tal modo lo strisciamento.

Per lo stesso motivo il pneumatico nuovo dovrà essere montato sempre sulla ruota esterna; cosi facendo la maggiore grossezza del battistrada del pneumatico esterno funziona da spessore di compensazione.

- **Prolungata permanenza sotto carico** - se il veicolo rimane lungamente fermo e sempre nella stessa posizione, *il carico deforma permanentemente le tele* del pneumatico provocando screpolature della gomma nella zona schiacciata: il tessuto facilmente si strappa in corrispondenza della piegatura.

Quando il veicolo deve rimanere in attivo per un tempo prolungato è *opportuno mantenere le ruote sollevate da terra* appoggiando il telaio, o la scocca, su appositi sostegni. In questi casi è inoltre *consigliabile di ridurre alquanto la pressione dei pneumatici.*

- **Durata media dei pneumatici** - riportiamo qui sotto, a titolo orientativo, le percorrenze limiti raggiungibili con pneumatici a bassa pressione, nelle migliori condizioni di impiego.

Tipo di veicolo	*Velocità km/h*	*Fondo stradale*	*Percorrenza media km.*
Vetture utilitarie (piccola cilindrata)	80-100	Asfalto leggermente rugoso	35.000 45.000
Vetture da turismo (media cilindrata)	110-130	>>	30.000 35.000
Vetture gran turismo (grossa cilindrata)	130-150	>>	20.000 25.000
Vetture sportive	Oltre 150	>>	12.000 15.000
Taxi	40-50	Asfalto liscio	70.000 80.000
Autobus urbani	40-50	>>	75.000 85.000
Autobus interurbani e da gran turismo	70-90	Asfalto misto Liscio e rugoso	40.000 50.000
Autocarri pesanti	50-60	>>	75.000 85.000
Rimorchi	50-60	>>	85.000 95.000

Con l'impiego di pneumatici a bassissima pressione, la percorrenza aumenta mediamente di circa il 20-25% per le vetturette e di circa il 15% per le vetture di media cilindrata.

Per gli autobus urbani e per i taxi, l'uso della bassissima pressione non porta una maggiore durata, ma aumenta la resistenza al rotolamento richiedendo una maggiore potenza motrice.

- distribuzione del *carico* sul veicolo; se il carico trasportato dal veicolo non è distribuito razionalmente, *uno o più pneumatici risultano sovraccaricati* nei confronti degli altri e perciò avranno una minore durata.

Un caso di distribuzione irrazionale, e al quale purtroppo non si può rimediare, si ha quando un autocarro è carico con travi, legname o tubi molto lunghi che sporgono oltre l'assale posteriore. In questi casi i pneumatici posteriori, soverchiamente caricati, vengono a trovarsi in condizioni da non poter reagire elasticamente contro gli urti delle asperità stradali; contemporaneamente il carico

a sbalzo genera un movimento d'oscillazione molto dannoso per i fianchi e i talloni dei pneumatici.

Altro caso di *carico irrazionale* si ha quando il peso trasportato è disposto *troppo in alto* sul piano normale di carico. Anche in questo caso si generano oscillazioni di tipo *rullio e beccheggio* che, a intermittenza, trasferiscono sui pneumatici rilevanti carichi longitudinali e trasversali.

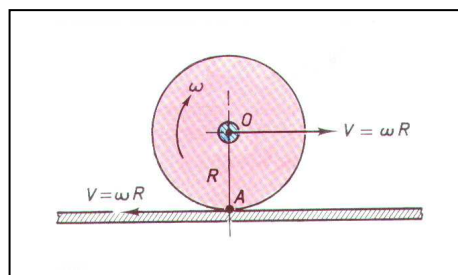
- **Diametro del pneumatico e velocità del veicolo** - influenza dello schiacciamento del pneumatico sulla velocità del veicolo. La velocità del veicolo ricavata con la formula $V = D \tau_t$ corrisponde esattamente alla velocità reale del veicolo quando *D* è il diametro della *circonferenza effettiva di rotolamento.*

Se invece *D* è il *diametro teorico* a pneumatico scarico, la formula suddetta fornisce valori approssimati per eccesso. È infatti evidente che lo schiacciamento del pneumatico riduce il diametro di rotolamento e perciò, in realtà, la ruota avanza rotolando su una circonferenza minore; ne consegue la diminuzione della distanza percorsa in un giro e perciò una velocità di traslazione più piccola rispetto a quella ottenibile col diametro teorico.

Alla stessa conclusione si arriva supponendo il veicolo fermo e la strada ridotta ad una lastra piana avente la possibilità di spostarsi parallelamente a se stessa mantenendosi tangente al pneumatico. Quando la ruota gira, la lastra viene trascinata in movimento per effetto dell'attrito ed assume, nell'ipotesi di rotolamento puro, una velocità di traslazione pari a quella periferica del punto *A* di contatto: $V = \omega R$, dove ω è la velocità angolare della ruota.

Se ritornando al caso reale, teniamo ferma la lastra, che s'identifica con la strada, sarà il centro della ruota a spostarsi e con la stessa velocità $V = \omega R$. Infatti, siccome la ruota può essere considerata come una leva rigida, lo spostamento del centro *O* della ruota è da ritenersi conseguenza di una rotazione istantanea della leva stessa che, fulcrando nel punto di appoggio *A,* fa avanzare il centro. La velocità del centro *O,* essendo proporzionale alla sua distanza dal centro istantaneo *A,* risulta quindi $V = \omega R$.

È evidente che, a parità di giri, la velocità di spostamento del centro della ruota e quindi del veicolo, *dipende dal raggio effettivo di rotolamento* o raggio sotto carico. Siccome il raggio sotto carico dipende dall'entità del carico stesso, dalla pressione di gonfiaggio e dal tipo di pneumatico, le Fabbriche di pneumatici indicano sulle loro tabelle, unitamente alla pressione di gonfiaggio e alle dimensioni teoriche del pneumatico, anche il raggio sotto il carico massimo con pneumatico gonfiato alla pressione prescritta.

Relazione tra la velocità di traslazione del veicolo ed il raggio effettivo di rotolamento: V = ω R

- per i *pneumatici di tipo cinturato* di sua fabbricazione, la Pirelli indica la seguente formula:

$$Q = p\, s^{0,5}\, D_t^{1,5}$$

dove:

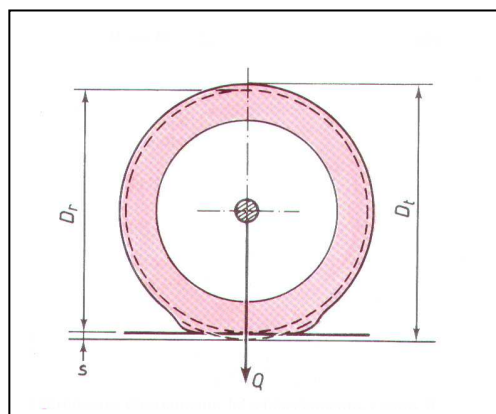
Q	=	carico normale sul pneumatico
p	=	pressione normale di gonfiaggio
s	=	schiacciamento sotto carico normale (*differenza tra raggio libero e raggio sotto carico*)
D_t	=	diametro esterno teorico (*non sotto carico*)

Dalla formula suddetta, conoscendo il carico Q, la pressione di gonfiaggio p ed il diametro D_t, si ricava lo *schiacciamento:*

$$s^{0,5} = \frac{Q}{p\, D_t^{1,5}}$$

Noto s, il diametro effettivo di rotolamento si ottiene dalla:

$$D_r = D_t - 2_s$$

Schiacciamento del pneumatico per effetto del carico.

In altri casi le Ditte forniscono direttamente lo schiacciamento s sotto il carico massimo per cui, applicando la formula (2), si ricava subito il diametro effettivo di rotolamento D_r .

- valore medio dello schiacciamento, in genere lo *schiacciamento massimo* del pneumatico sotto carico raggiunge i seguenti valori medi: circa il 18% della larghezza della sezione trasversale massima, per i pneumatici di autovetture e circa il 14%, per i pneumatici di autocarri.

In pratica, durante la marcia del veicolo, a causa delle ripetute flessioni dei fianchi del pneumatico, l'aria interna si riscalda provocando l'aumento del raggio

di rotolamento e pertanto la circonferenza effettiva di rotolamento risulta leggermente superiore a quella calcolata in base al raggio sotto carico.
Tuttavia, siccome la differenza tra le due circonferenze è inferiore la 1,4%, per calcolare la velocità del veicolo si può ritenere che la circonferenza effettiva di rotolamento sia quella corrispondente al raggio del pneumatico sotto carico.

COMPORTAMENTO E SICUREZZA DEL PNEUMATICO

Considerando che il pneumatico è l'unico elemento di collegamento tra il veicolo e la strada e che ad esso sono affidate importantissime funzioni:

- **Sostenere il carico**
- **Trasmettere la potenza**
- **Dirigere il veicolo**
- **Garantire la tenuta di strada**

Si può facilmente comprendere quale ruolo attivo giochi nella sicurezza globale del veicolo in marcia.

In relazione a queste diverse funzioni svolte dal pneumatico, si individuano vari parametri o caratteristiche con i quali si misurano le prestazioni di cui esso è capace. Esaminando le varie prestazioni che un pneumatico deve fornire e per mezzo delle quali è possibile individuare i bisogni fondamentali che il pneumatico stesso deve soddisfare:

- **Comportamento** - è l'insieme delle caratteristiche prestazionali del pneumatico, valutate in differenti condizioni (*percorsi, clima, ecc*.).

Tali prestazioni possono essere riassunte in:

- **Centratura in rettilineo**
- **Guida**
- **Stabilità**
- **Aderenza**

Per ***centratura in rettilineo*** si intende la capacità del pneumatico di mantenere la direzionalità del veicolo senza ricorrere a frequenti correzioni di sterzo.

Per ***guida*** si intende la capacità del pneumatico di rispondere con continuità ai movimenti dello sterzo e di seguire le traiettorie imposte dal guidatore, senza eccessive correzioni del volante, su una strada mista percorsa ad una andatura veloce non al limite dell'aderenza.

La ***stabilità*** è la capacità del pneumatico di ristabilire la posizione originaria di equilibrio del veicolo quando, cause perturbatrici interne (*movimento dello sterzo)* od esterno (*variazione di pendenza trasversale della strada, vento laterale)* ve lo abbiano allontanato.

L'**aderenza** è la capacità del pneumatico di mantenere in tutte le condizioni di impiego al limite del veicolo (*frenata, accelerazione, curva),* un buon coefficiente di attrito con il fondo stradale. Questa caratteristica diventa determinante per la sicurezza di marcia soprattutto su fondi bagnati.

In presenza di particolari condizioni derivanti da forti intensità di pioggia ed in avanzato stato di usura dei pneumatici è possibile raggiungere la completa perdita di aderenza, dovuta al fenomeno dell'aquaplaning (*vedi parte ad esso relativa).*

❑ **Affidabilità** - per affidabilità si intende la capacità del pneumatico, in termini qualitativi, di mantenere inalterate nel tempo le sue prestazioni, con specifico riferimento alla sicurezza di marcia.
L'affidabilità del pneumatico, viene valutata attraverso la verifica delle seguenti caratteristiche. ☝

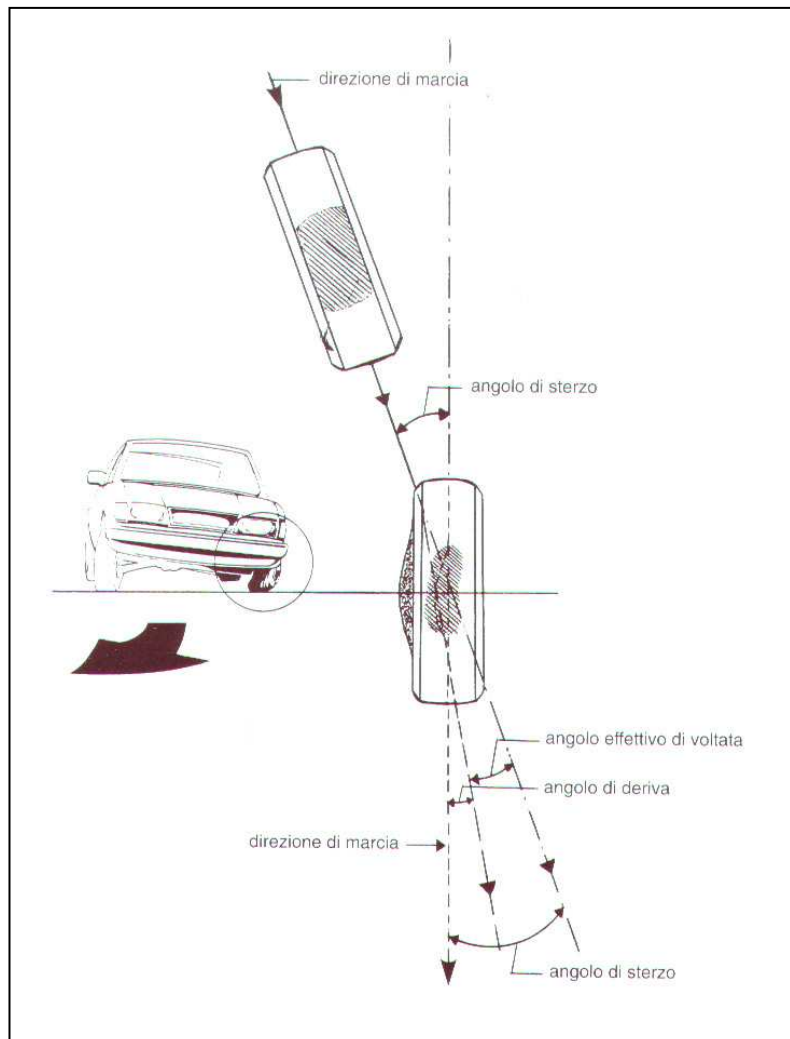
- **Resistenza strutturale**
- **Costanza delle prestazioni**

La **resistenza strutturale** di un pneumatico è rappresentata essenzialmente dalla resistenza a "*fatica"* sia della carcassa che delle cinture e dalla resistenza dello stesso alle alte velocità *(resistenza delle mescola di attacco).*

La **costanza delle prestazioni** - consiste nel valutare il decadimento del "*comportamento sul bagnato"* cioè di tutte quelle *"voci"* viste in precedenza, quando il pneumatico è giunto a metà *"vita"* (*50% di residuo battistrada*).
Tali valutazioni vengono svolte generalmente in confronto ad un pneumatico gemello ma con battistrada al 100%.

❑ **Deriva** - durante la marcia, su un veicolo sia in rettilineo che in curva, possono intervenire delle forze perturbatrici che tendono a modificare la sua traiettoria. L'effetto che tali forze (*spinta del vento, forza centrifuga che si sviluppa in curva*) esercitano sul pneumatico prende il nome di "**deriva**"**.**

Si definisce *angolo di deriva* quello compreso tra la traiettoria che la ruota descriverebbe in assenza di forze di disturbo e quella realmente percorsa.

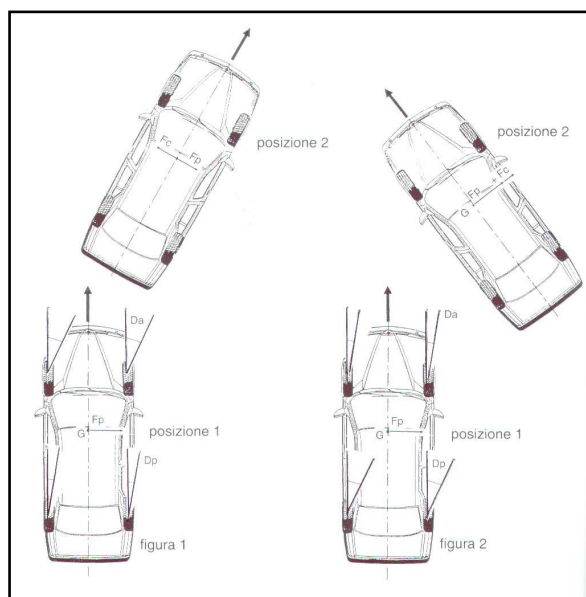
A parità di spinta laterale l'entità dell'angolo di deriva dipende anche da altri parametri, quali il peso gravante sulle ruote, la pressione di gonfiaggio e la struttura del pneumatico.

EFFETTI DELL DERIVA SULLA MARCIA IN RETTILINEO

Consideriamo, a titolo di esempio, l'influenza di forti raffiche di vento che investono lateralmente una vettura in marcia su un tratto rettilineo.

In tal caso la traiettoria effettivamente percorsa dal veicolo non sarà perfettamente rettilinea perché sia le ruote anteriori che quelle posteriori, sono sottoposte ad un certo angolo di deriva, per poter mantenere una traiettoria rettilinea occorre effettuare una opportuna correzione allo sterzo.

Se chiamiamo **Da** l'angolo di deriva delle ruote anteriori e **Dp** quello delle ruote posteriori, i valori assunti da **Da** e **Dp** non saranno necessariamente uguali ma dipenderanno da diversi fattori che possono variare da esse e da veicolo a veicolo.
In queste condizioni dicesi **stabile** il veicolo che presenta un angolo di deriva delle ruote anteriori maggiore di quello delle ruote posteriori (v. fig. n°1).

In tal caso infatti il veicolo sottoposto ad una forza di disturbo (*vento*) **Fp.** applicata nel centro di gravità **G** tende ad accennare una sterzata verso destra che viene a crearsi a causa del maggior angolo di deriva dell'asse anteriore. Questa sterzata genera una forza centrifuga che contrasta la forza perturbatrice **Fp.**

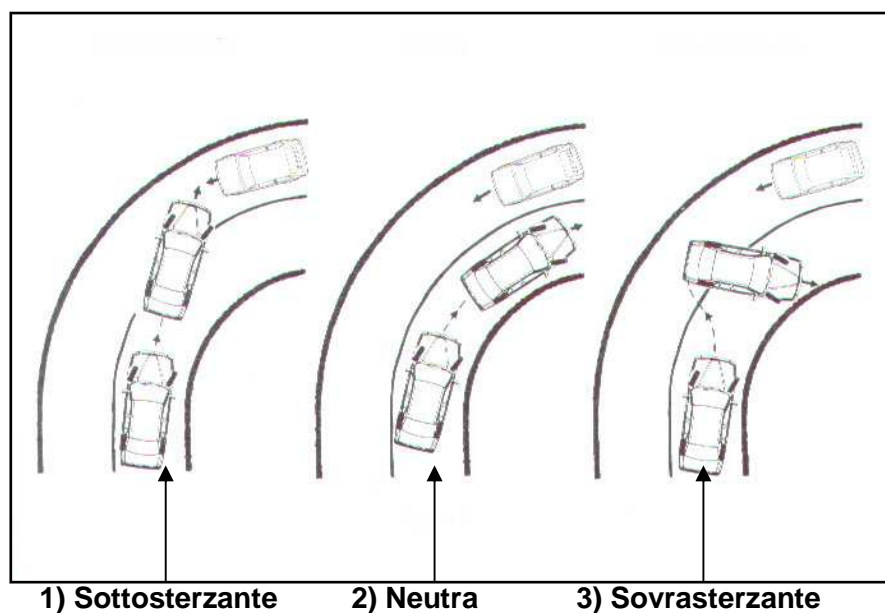
Al contrario un veicolo si definisce **instabile** quando **Dp.** è maggiore di **Da.** (v. fig. n° 2). In tal caso il veicolo tende ad accennare una sterzata verso sinistra. Questa volta però la forza centrifuga **Fc.** ha lo stesso verso della forza di disturbo **Fp.** aumentandone gli effetti di disturbo. Qualora la forza perturbatrice fosse particolarmente elevata, si arriverebbe al limite della perdita di controllo del veicolo.

EFFETTI DELLA DERIVA SULLA MARCIA IN CURVA

Se consideriamo la marcia del veicolo in curva, l'azione perturbatrice che causa gli effetti di deriva è la forza centrifuga stessa **Fc** applicata sul centro di gravità **G** del veicolo.

Anche in questo caso gli angoli di deriva indotti da tale sollecitazione sono generalmente diversi tra i pneumatici anteriori e quelli posteriori.

Sinteticamente si può dire:

Quando **Da > Dp** la vettura si dice **sottosterzante**
Quando **Da = Dp** la vettura si dice **neutra**
Quando **Da < Dp** la vettura si dice **sovrasterzante**

1) Sottosterzante 2) Neutra 3) Sovrasterzante

Il comportamento di una vettura si definisce **sottosterzante** in curva quando durante a percorrenza della stessa, la vettura tende ad andare verso l'esterno (fig. n°1).

La manovra da eseguire in questo caso è quella di "chiudere" aumentando la sterzata verso l'interno della curva.

Questa azione risulta naturale per il guidatore che segue automaticamente ed incoscientemente la correzione girando ulteriormente lo sterzo.

Se non si effettuasse alcuna correzione di sterzo la vettura si inserirebbe in una traiettoria circolare più ampia.

In questo caso, a parità di velocità, l'effetto della forza centrifuga, ($\mathbf{m.v^2/r}$) che è inversamente proporzionale al raggio della curva, diminuirebbe facilitando così il controllo del veicolo.

Nel caso di comportamento **sovrasterzante** l'asse anteriore del veicolo tenderebbe a puntare verso l'interno della curva (v. fig. 3).

In questo caso il guidatore sarebbe obbligato a sterzare verso l'esterno della curva ("controsterzo").

Tale correzione non risulta affatto naturale per il guidatore medio, che comunque tenderebbe ad effettuarla in ritardo e con un angolo di sterzo eccessivo rispetto a quanto richiesto.

Se non si effettuasse alcuna correzione di sterzo il veicolo entrerebbe in una condizione di equilibrio instabile, in quanto si inserirebbe in curva con raggi sempre più piccoli.

In questo caso l'effetto della forza centrifuga aumenta progressivamente fino ad arrivare alla completa perdita di aderenza dell'asse posteriore entrando in "testa-coda".

ACQUAPLANING

Si definisce "aquaplaning" il fenomeno che si manifesta come perdita di contatto del pneumatico sull'asfalto quando tra pneumatico stesso e strada si incunea una pellicola di acqua. ☺

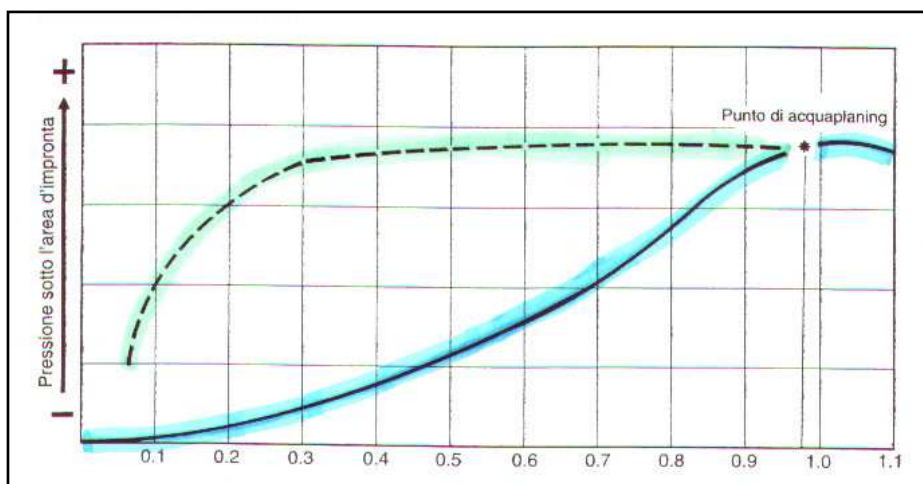
Per meglio comprendere tale fenomeno consideriamo una vettura che viaggia su una superficie stradale bagnata. A bassa velocità, l'acqua che si interpone tra l'asfalto e i "pieni" del disegno del battistrada, ha una pressione che è dello stesso ordine di grandezza della pressione esistente, in condizioni statiche e su asfalto asciutto, tra il pneumatico e il terreno, mentre negli incavi del battistrada la pressione è decisamente inferiore.

Gli incavi infatti, hanno la funzione di raccogliere ed evacuare l'acqua spostata dai pieni del battistrada, quest'acqua ha una pressione che, varia secondo una legge:

$$\mathbf{Pd = \delta v^2/2g}$$

Dove: **Pd** è la pressione dinamica del fluido
δ è la densità del fluido
v è la velocità del fluido
g è l'accelerazione di gravità

con riferimento al grafico seguente, all'aumentare della velocità la pressione dell'acqua, sotto i pieni del battistrada, essendo legata alla viscosità, non varia apprezzabilmente (v. linea tratteggiata).

Viceversa, la pressione dinamica dell'acqua che finisce negli incavi del battistrada aumenta con legge quadratica (v. linea continua).

Rapporto fra la velocità del veicolo e la velocità critica

- *Pressione nell'incavo centrale* ____________
- *Pressione sotto il "pieno" adiacente* _ __ __ __

Quando si raggiunge il punto di incrocio (**punto critico**) fra le due curve in cui la pressione esistente negli incavi è pari a quella esistente sotto i pieni, l'acqua non può più essere evacuata da sotto questi ultimi, per cui si forma un velo che si incunea sotto l'area d'impronta del pneumatico dando origine al fenomeno dell'**AQUAPLANING.**

In queste condizioni si elimina ogni contatto diretto tra il pneumatico e il terreno.

Al di sopra di questa velocità critica, il pneumatico non può più trasmettere al terreno nessuna forza: il veicolo non potendo più frenare, sterzare o accelerare, risulterà inguidabile.

In definitiva le ruote non motrici hanno la tendenza a fermarsi, poiché tutte le forze orizzontali tra strada e pneumatico si sono annullate, mentre le ruote motrici, non incontrano la resistenza che il terreno solitamente oppone alla coppia trasmessa, aumentando la loro velocità di rotazione.

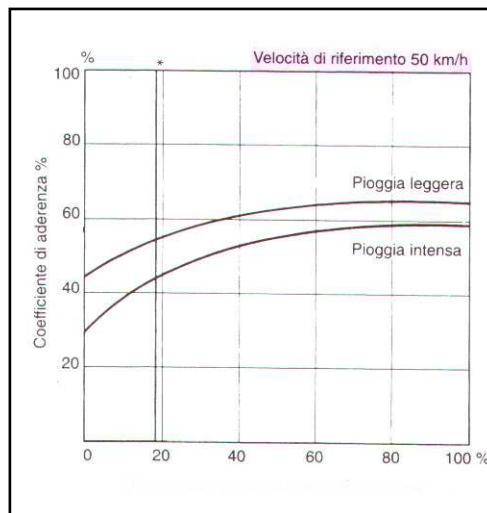
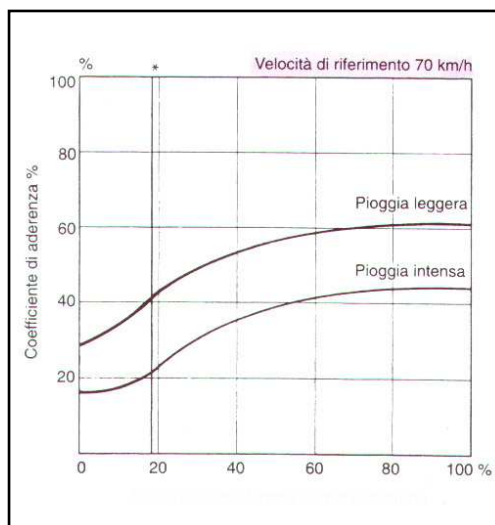
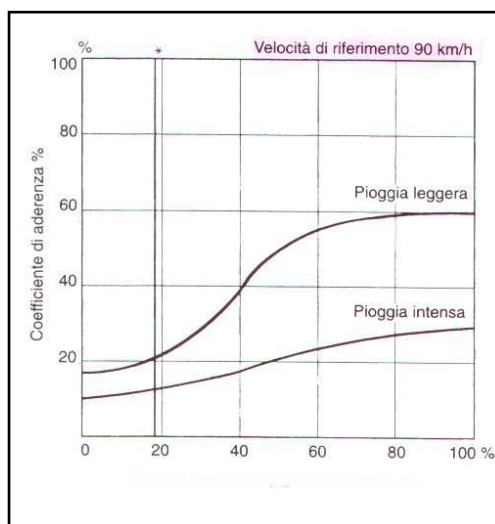
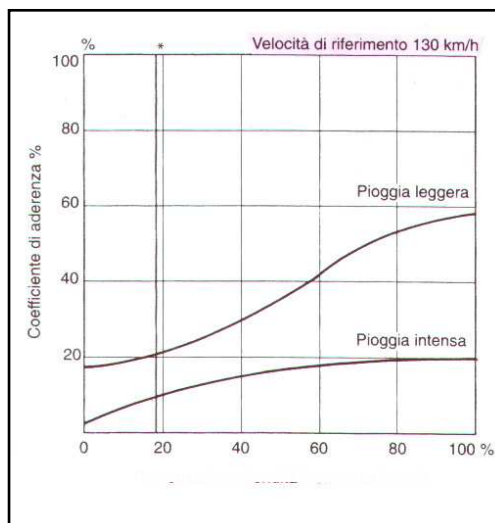
Più precisamente, ad un aumento del numero dei giri del motore, non corrisponde più un aumento della velocità del veicolo.

L'aquaplaning dipende direttamente da vari fattori quali:

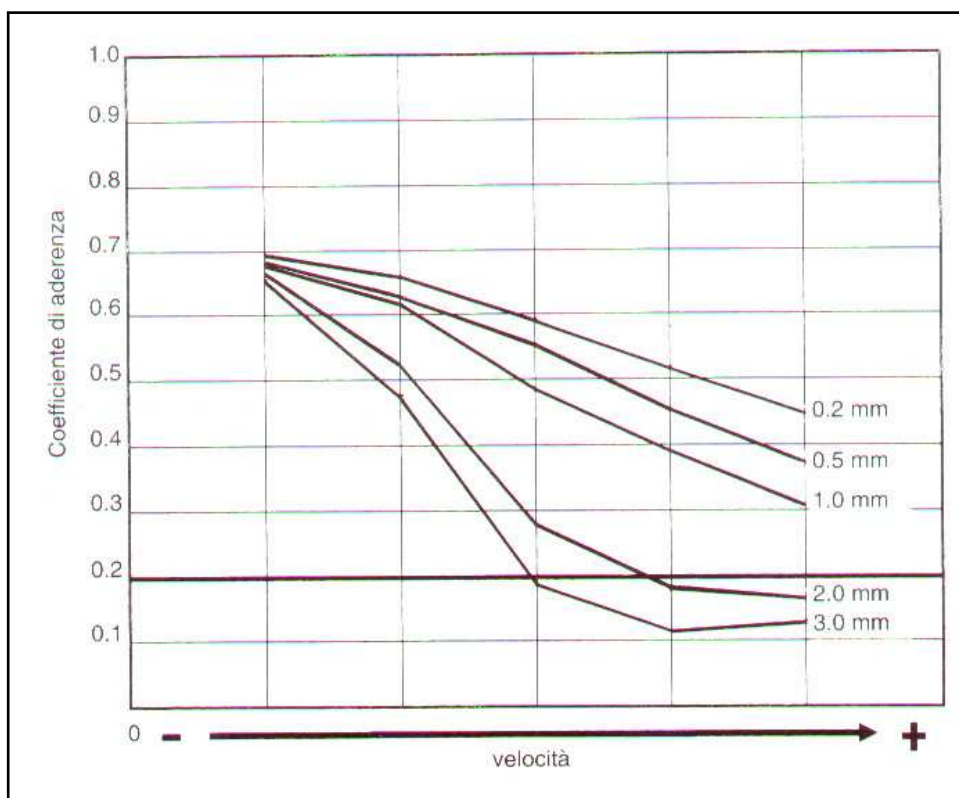
- **Velocità del veicolo**
- **Quantità di acqua presente sull'asfalto**
- **Disegno del battistrada del pneumatico**
- **Disegno degli incavi del battistrada**
- **Grado di usura del pneumatico (*profondità del battistrada*)**
- **Pressione di gonfiaggio del pneumatico**
- **Peso del veicolo**
- **Mescola del battistrada**

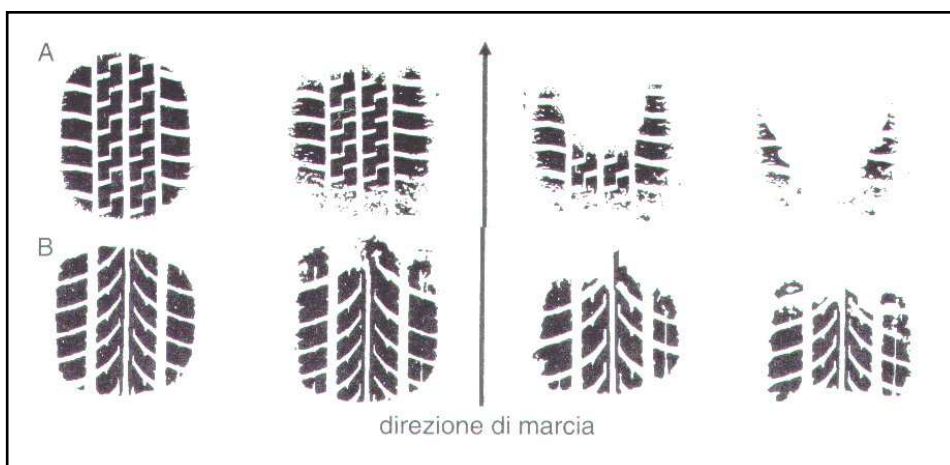
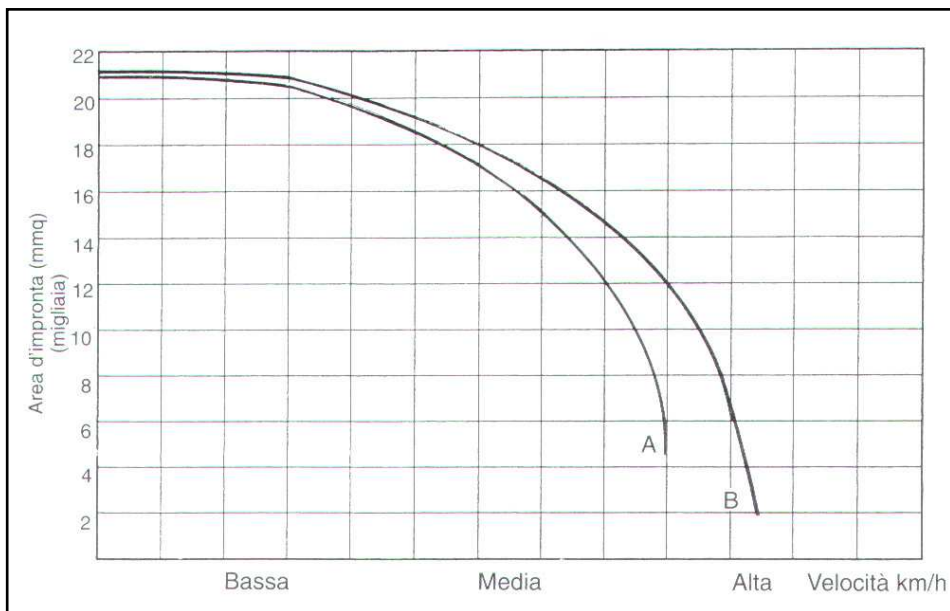
Di seguito sono riportati alcuni grafici esplicativi, strettamente in relazione ai sopracitati fattori, specificando che tali grafici sono espressioni non qualitative del fenomeno.

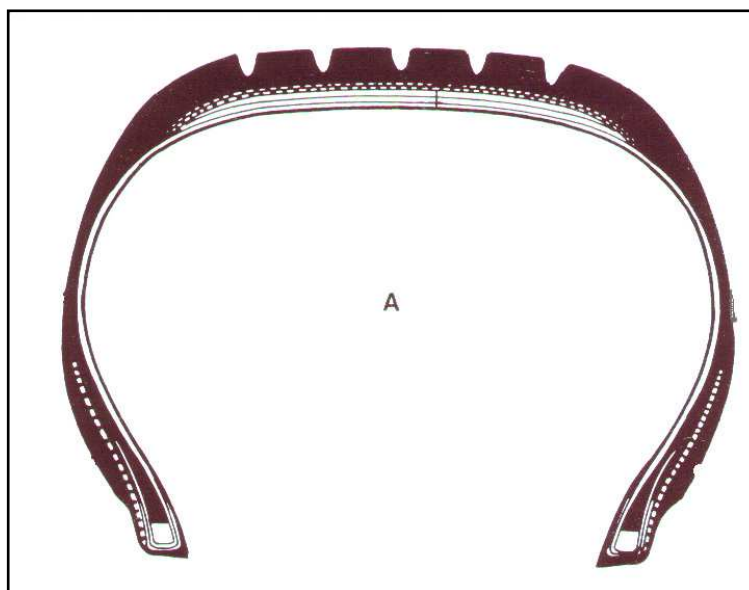
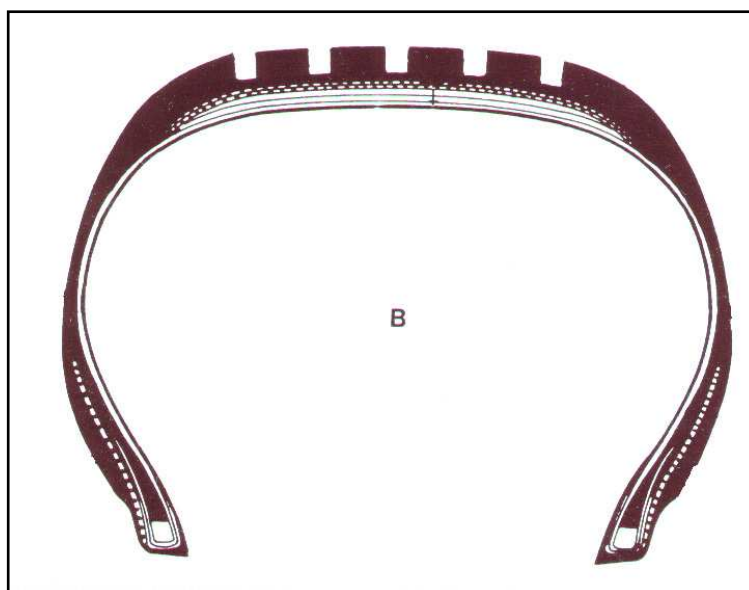
VELOCITA'

*Coefficiente di aderenza ad una velocità di **50** km/h in base alla percentuale di profondità dell'incavo del battistrada.*

*Coefficiente di aderenza ad una velocità di **70** km/h in base alla percentuale di profondità dell'incavo del battistrada.*

*Coefficiente di aderenza ad una velocità di **90** km/h in base alla percentuale di profondità dell'incavo del battistrada.*

*Coefficiente di aderenza ad una velocità di **130** km/h in base alla percentuale di profondità dell'incavo del battistrada.*

[*] limite legale di profondità media dell'incavo del battistrada espresso in percentuale.

QUANTITA' DI ACQUA PRESENTE NELL'ASFALTO

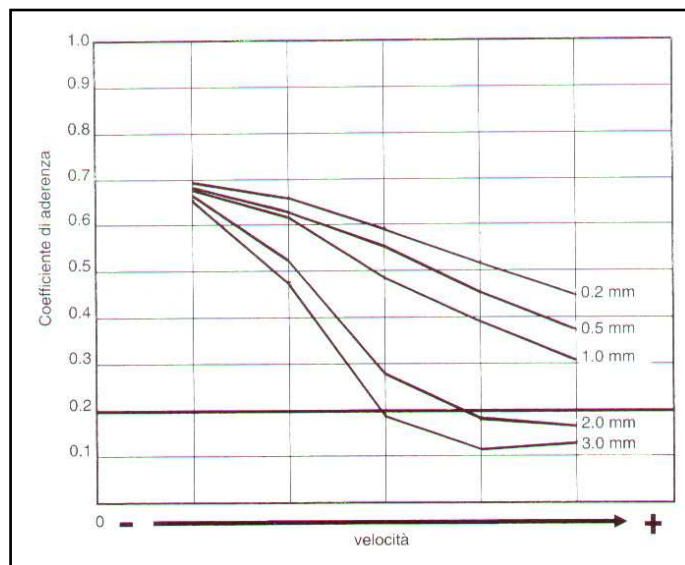
Come si evidenzia nel grafico sotto riportato, a parità di velocità, la quantità di acqua presente sull'asfalto influenza pesantemente il fenomeno dell'aquaplaning, riducendo drasticamente il coefficiente di aderenza tra pneumatico e strada, fino alla completa perdita di contatto tra le due superfici (*coefficiente di aderenza 0,2*)

DISEGNO DEL BATTISTRADA

Il grafico mostra come, a parità di velocità, il disegno del battistrada influisca in modo più o meno significativo sul fenomeno dell'aquaplaning, si può infatti notare come il disegno *battistrada* **B** conservi a velocità medio/alte una impronta a terra decisamente più ampia rispetto al disegno **A,** grazie ad una maggiore efficacia drenante.

DISEGNO DEGLI INCAVI DEL BATTISTRADA

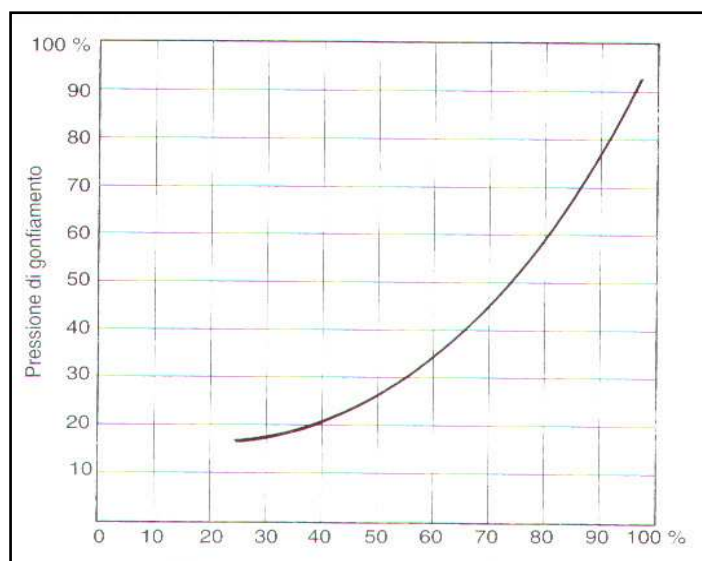
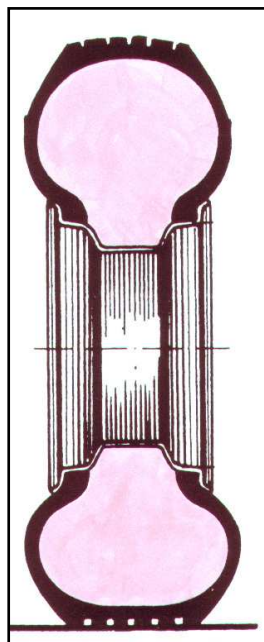
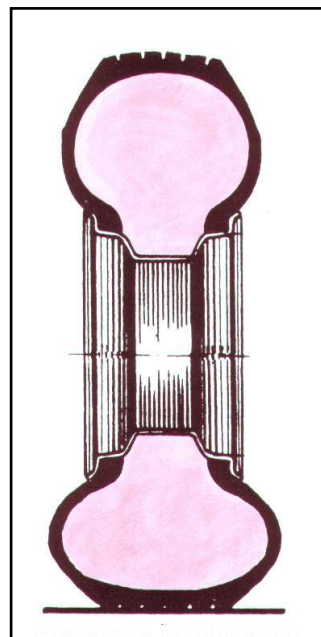
La forma degli incavi del battistrada ha, a parità di profondità, una influenza diretta sul fenomeno dell'aquaplaning in quanto, il loro compito è quello di raccogliere ed evacuare l'acqua spostata dai "pieni" (*tasselli*) del battistrada.

Un maggior volume dei "vuoti" (incavi) determina una maggiore capacità drenante e quindi una miglior efficienza del pneumatico in condizioni di bagnato.

In funzione di quanto sopra esposto, il battistrada **B** sarà più efficace del disegno **A,** a parità di tutti gli altri fattori influenzanti l'aquaplaning.

GRADO DI USURA DEL PNEUMATICO (*ALTEZZA DEL BATTISTRADA*)

Dal grafico sotto riportato si rileva quanto l'altezza del battistrada sia, a parità di velocità, importantissima per assicurare un efficace drenaggio dell'acqua sotto

l'area d'impronta, in modo tale da conferire sicurezza di marcia sul bagnato, cosa che non avviene con profondità del battistrada che vanno da **3** a **1** mm.

PRESSIONE DI GONFIAGGIO

Come si può notare dai disegni e dal grafico sotto riportati, una pressione di gonfiaggio insufficiente del pneumatico, determina una riduzione del volume degli incavi del battistrada nella zona dell'area d'impronta, con conseguente riduzione della capacità di evacuazione dell'acqua.

In relazione a tale riduzione, si avrà una relativa perdita di efficienza del pneumatico sul bagnato.

Pressione corretta **Pressione insufficiente**

Occorre aggiungere che l'aquaplaning è a condizione estrema di perdita della guidabilità del veicolo, e che anche a velocità inferiori a quella critica, si ha un decadimento delle prestazioni del pneumatico sul bagnato, dovuto al progressivo diminuire del coefficiente di attrito: è quindi sempre consigliabile una guida prudente anche in presenza di piccoli spessori d'acqua.

Infatti le strade piuttosto lisce e coperte di polvere, tendono ad essere pericolosamente sdrucciolevoli quando comincia a piovere, cioè anche con spessori d'acqua pressoché minimi.

Questo perché l'acqua, mescolandosi alla polvere, forma un sottile strato di fanghiglia particolarmente viscoso, e quindi di difficile evacuazione: abbiamo visto all'inizio che, anche a basse velocità del veicolo, la pressione dell'acqua sotto i pieni è elevata a causa della sua viscosità.

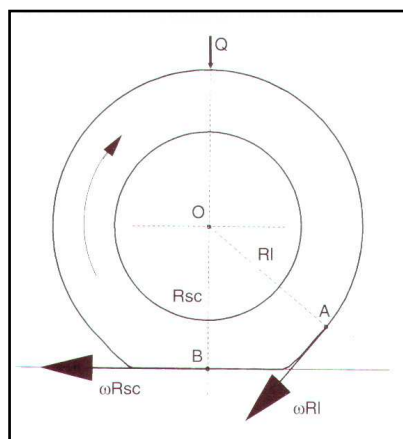
Anche poche gocce d'acqua possono provocare, su alcuni tipi di terreno, particolarmente dopo periodi di siccità, perdita di aderenza e quindi di guidabilità del veicolo.

CAUSE DETERMINANTI L'USURA DEI PNEUMATICI

L'**usura** dei pneumatici è causata quasi esclusivamente dagli strisciamenti che si producono sotto l'area d'impronta durante l'avanzamento e dalle forze che essi correlate (*copie motrici, frenanti e sterzanti*).

Gli **strisciamenti,** in relazione, sono dovuti alla forma cilindrica del pneumatico ed allo schiacciamento che la sua struttura subisce in funzione del carico applicato.

Osservando la figura sotto riportata possiamo affermare che, gli strisciamenti sul terreno sono dovuti al fatto che il punto **A** passando nel punto **B** che rappresenta il punto di massimo schiacciamento, costringe il raggio **Rl** a diminuire per assumere il valore **Rsc.**

Q	**=**	*carico applicato*
Rl	**=**	*raggio libero*
Rsc	**=**	*raggio sotto carico*
ωRl	**=**	*velocità periferica*
ωRsc	**=**	*velocità periferica*
ω	**=**	*velocità angolare*

Siccome la velocità angolare della ruota è rimasta invariata, la velocità periferica **ωRl** del punto **A** deve diminuire fino ad assumere il valore **ωRsc.**
Ne consegue che il battistrada dovendo diminuire la sua velocità periferica è costretto a strisciare sul piano stradale, e perciò si usura più o meno rapidamente.

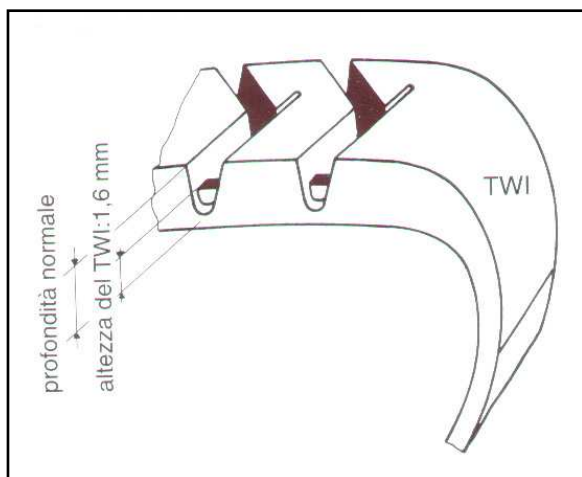
In altri termini possiamo dire, che la strada esercita sul pneumatico un'azione frenante trasformando in lavoro di strisciamento parte dell'energia cinetica posseduta dal battistrada. A questi strisciamenti vanno aggiunti quelli dovuti alla **"DERIVA",** cioè all'angolo compreso fra la direzione di avanzamento del veicolo ed il piano equatoriale del pneumatico.

È intuitivo che se gli strisciamenti, durante il rotolamento, non competono in eguale misura a tutti i punti del battistrada, che in quel momento si trovano sotto l'area d'impronta, si produrranno usure irregolari visibili all'aspetto. Si può dedurre quindi che l'usura sarà tanto più regolare, quanto più uniformemente distribuiti saranno gli strisciamenti subiti dai punti del battistrada, interessati all'effetto delle forze longitudinali e trasversali cui è sottoposto il pneumatico in quel momento.

L'usura sarà invece tanto più pronunciata quanto maggiore sarà l'entità degli strisciamenti, a parità di materiale (***Mescola*** *del battistrada),* subiti dai vari punti del battistrada sotto l'area d'impronta.

Per quanto visto sopra, la diminuire della pressione diminuisce il **Rsc.**

Pertanto la velocità periferica del pneumatico nel punto **B** subirà una ulteriore diminuzione proporzionale alla variazione della pressione, con conseguenti aumenti dei relativi strisciamenti e minor durata del pneumatico stesso.

Per **durata chilometrica** di un pneumatico, si intende il numero di chilometri percorsi dal pneumatico, in condizioni di giusto impiego, fino al momento in cui si rende necessaria la sua sostituzione per raggiunti limiti di usura.

Disegno di un profilo sezionato

Un pneumatico a norme di Legge, si intende usurato e non più idoneo alla circolazione quando la profondità, in uno degli incavi principali del battistrada, ha raggiunto il valore minimo di **1,6** mm. come prescritto dalle attuali direttive europee e sopra rappresentato nello schema, dove in corrispondenza del TWI, (Tread Wear Indicator) sono situati i rilevatori di consumo.

Disegno laterale di un pneumatico

Per **regolarità di usura** si intende invece l'attitudine di un pneumatico ad usurarsi in modo più o meno uniforme lungo tutta la superficie del battistrada (*circonferenziale e trasversale*).

Entrambe le caratteristiche sopra descritte sono influenzabili nella loro evoluzione, durante la "vita" del pneumatico, da numerosi fattori indipendenti dalla qualità e dalle caratteristiche intrinseche del pneumatico stesso.

I fattori più frequenti che possono determinare tali anomalie possiamo riassumerli in :

❖ FATTORI DI UTILIZZO

- Pressione di gonfiaggio
- Carico applicato
- Squilibratura dei pneumatici
- Stile di guida

❖ FATTORI MECCANICI

- Angoli geometrici del veicolo
- Organi meccanici delle sospensioni
- Giochi meccanici

❖ FATTORI AMBIENTALI

- Tipo di percorso
- Qualità del fondo stradale
- Temperatura ambiente

❖ FATTORI ACCIDENTALI

- Lunghe frenate a ruote bloccate

Fattori di utilizzo

La **pressione di gonfiamento** è l'elemento determinante per la sicurezza del pneumatico in esercizio e per la sua durata in termini di percorrenza chilometrica. Il pneumatico è studiato in maniera che sottoposto ad un certo carico e con una adeguata pressione di gonfiamento, si determini un corretto schiacciamento ed una voluta area d'impronta (*trascuriamo per il momento il fattore velocità*).

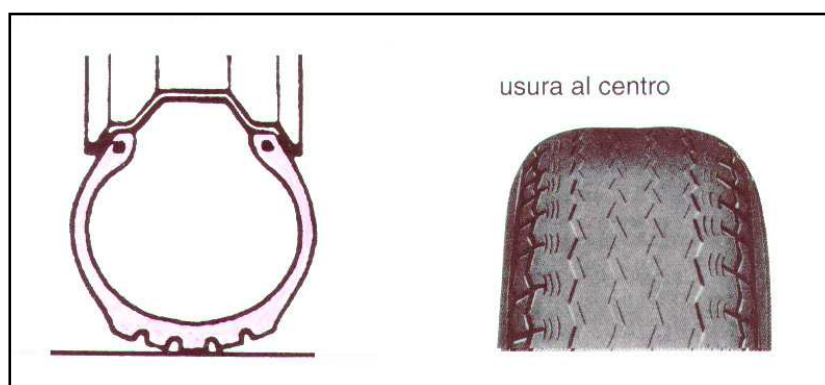
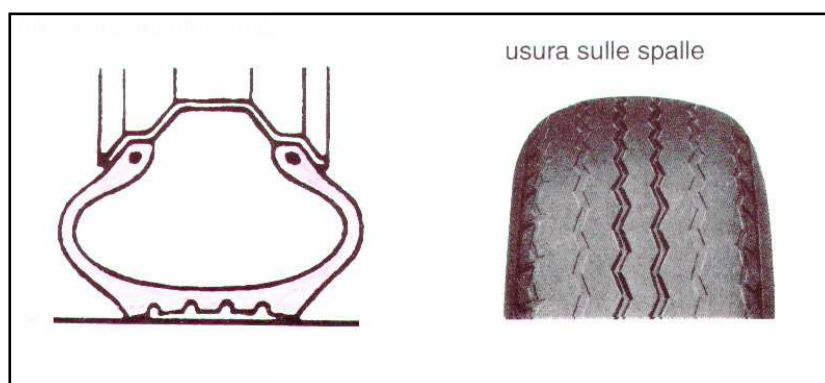
Ad ogni variazione di carico, deve corrispondere una variazione di pressione, se vogliamo mantenere costante il valore dello schiacciamento statico. Infatti dal valore dello schiacciamento dipendono in realtà, per una data struttura del pneumatico, e entità delle flessioni e degli strisciamenti cui quest'ultimo è sottoposto in rotazione.

Di conseguenza ad un aumento di ampiezza delle flessioni, a parità di velocità, corrisponderà un aumento della temperatura di esercizio, che si tradurrà in sostanza in **una diminuzione della durata chilometrica** del pneumatico (***pressione insufficiente***).

Se al contrario facessimo lavorare il pneumatico **in regime di sovrapressione,** si avrebbe una diminuzione dell'area d'impronta dovuta ad un minor schiacciamento. Di conseguenza si otterrebbe una pressione specifica sul

battistrada (*sotto l'area d'impronta*) troppo elevata che porterebbe ad un relativo **abbassamento della durata chilometrica** del pneumatico.

In conclusione, sia nel caso di utilizzo del pneumatico con pressione insufficiente che a pressione elevata, il risultato in termini di durata e di regolarità di usura sarebbe insoddisfacente.

Pressioni di esercizio insufficienti o elevate, deformano l'area d'impronta così come è riportato nella figura e nelle foto seguenti, che mostrano contemporaneamente anche la regolarità di usura che si produrrebbe sul pneumatico in questione.

Pressione elevata **Usura al centro**

Pressione insufficiente **Usura sulle spalle**

È indispensabile utilizzare, per le varie condizioni di carico del veicolo, le **pressioni a freddo** suggerite dal fabbricante del veicolo stesso indicate nel libretto uso e manutenzione.

Carico applicato al pneumatico

Il carico gravante sul pneumatico, ha la stessa influenza della pressione di gonfiamento quando supera il valore massimo imposto dal costruttore del

pneumatico (*vedi indice di carico*) o quando ad una variazione dello stesso, non si fa seguire una adeguata variazione della pressione di gonfiamento.

Squilibratura dei pneumatici

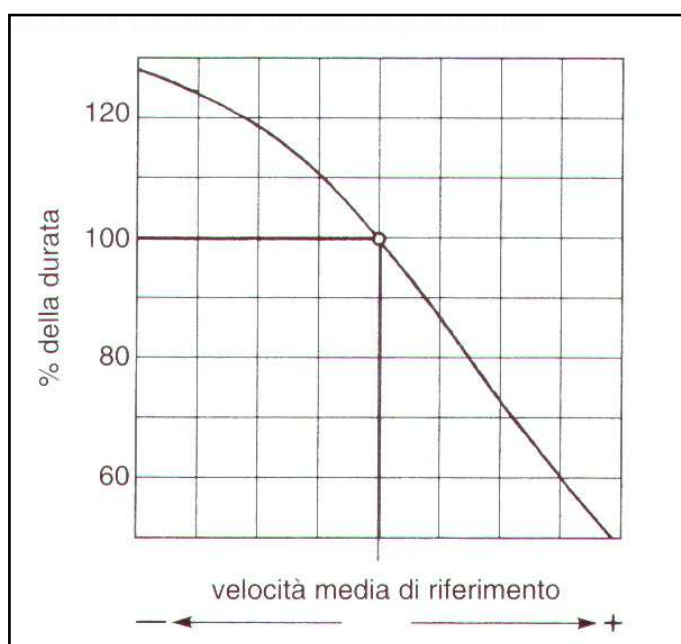
Lo squilibrio **statico** del pneumatico, se non adeguatamente corretto, oltre che produrre fastidiose vibrazioni verticali, produrrà a lungo andare una chiazza di usura sul battistrada, concentrata nel punto massimo squilibrio.

Ciò è dovuto alla **forza centrifuga** che, sotto l'area d'impronta, produce uno schiacciamento anomalo del battistrada nel punto di contatto con il suolo. Per quanto riguarda problemi di comfort - vedi capitolo "*fenomeni vibrazionali*".

Stile di guida

Fanno parte dello "stile di guida", la velocità, le accelerazioni e le frenate imposte al pneumatico dal conducente del veicolo. L'aumento della velocità per un pneumatico comporta maggiori slittamenti e maggiore produzione di calore.

Le frenate e le accelerazioni provocano variazioni di velocità in tempi molto brevi, determinando violenti strisciamenti del pneumatico al suolo, con conseguenti usure precoci e/o anomale.

A titolo esplicativo viene di seguito rappresentato il grafico che evidenzia l'andamento dell'usura, in funzione della velocità di utilizzo del pneumatico.

Fattori meccanici

- Angoli geometrici del veicolo

Il principio base per ottenere la massima aderenza è quello di mantenere sempre la ruota perpendicolare al terreno, in modo tale da avere la massima impronta di contatto.

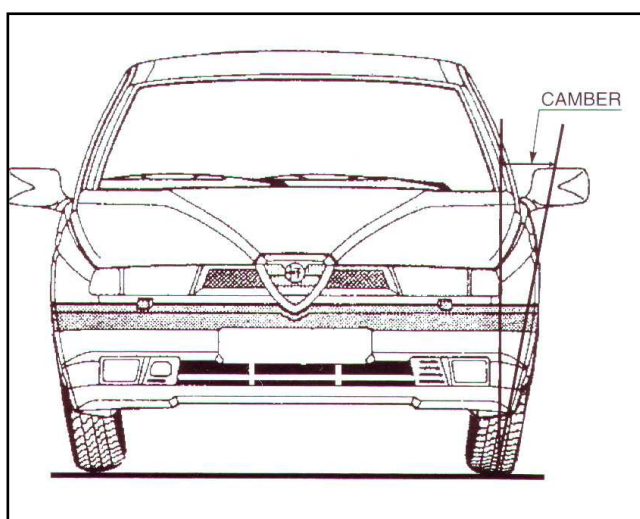
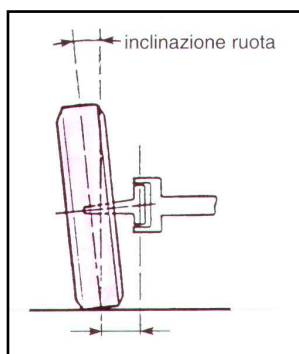
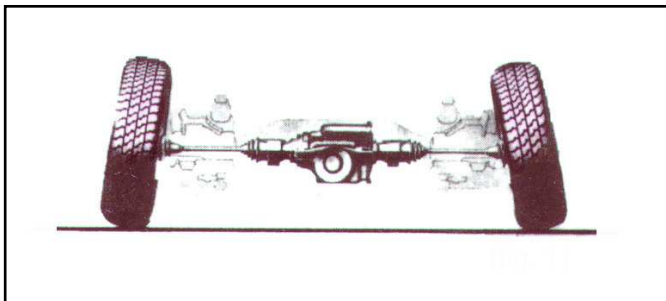
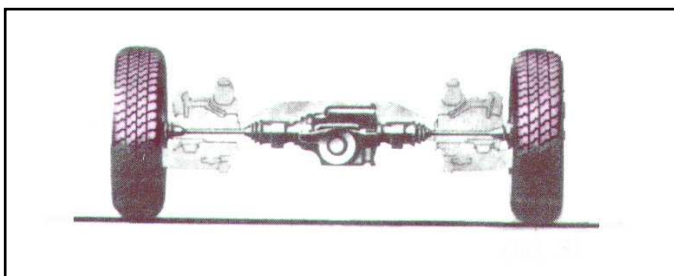
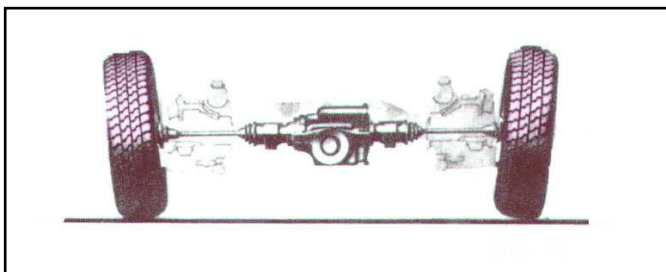
La cosa sarebbe facile se non fosse per il fatto che la ruota è in grado di ruotare e di muoversi, assumendo pertanto delle posizioni che la porterebbero a perdere gran parte di questo contatto, con l'avvio risultato di una perdita di aderenza e conseguentemente della tenuta di strada.

Per ridurre questo problema, si impostano nelle sospensioni degli angoli ben determinati fin dalla progettazione della vettura e della sospensione stessa.

Il fatto che diversi tipi di angoli si sommino insieme o interagiscono fra loro, complica ulteriormente le cose, producendo effetti che non sempre risultano facilmente individuabili. Pertanto è essenziale analizzare e modificare un singolo parametro alla volta.

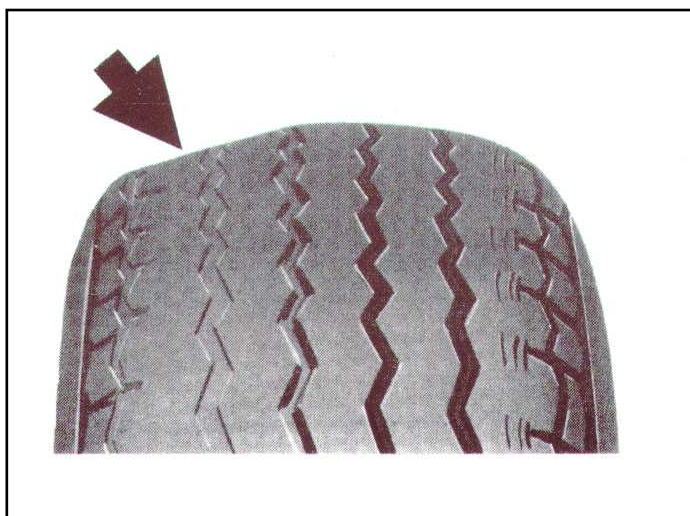
I principali angolo geometrici interessanti al fenomeno delle usure precoci e/o irregolari sono: l'angolo di campanatura e l'angolo di convergenza.

Angolo di campanatura (*Camber*)

La campanatura o camber è l'angolo compreso fra il piano verticale ed il piano passante per la mezzeria della ruota osservando il veicolo di fronte (v. figura).

A seconda della posizione assunta dall'asse della ruota rispetto al piano verticale, la campanatura si definisce:

⇐ **negativa,** quando l'asse della ruota viene a trovarsi all'interno.

⇐ **nulla,** quando li due assi coincidono.

⇐ **positiva,** quando l'asse della ruota viene a trovarsi all'esterno.

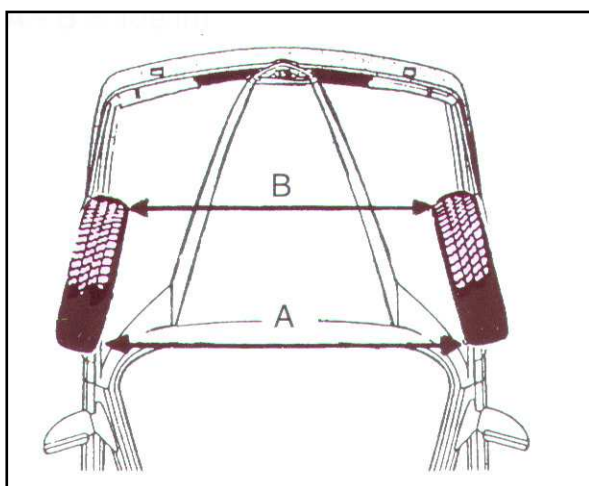
È necessario ricordare che nella maggior parte delle sospensioni, di fronte a qualsiasi movimento in senso verticale della ruota, dovuto quindi ad accelerazioni, frenate, assorbimento di colpi o asperità del terreno, accelerazioni trasversali dovute a correzioni o esecuzioni di curve, ci troviamo di fronte alla variazione di questo parametro.

La campanatura imposta in posizione statica è pertanto una misura media, che deve tener conto di tutti questi fattori.

Eccessivi valori di angoli di campanatura comportano usure accentuate nella zona della spalla del pneumatico (*interna od esterna rispetto alla sua posizione di montaggio sotto il veicolo*) come sotto rappresentato.

Usura irregolare dovuto all'angolo di campanatura (*inclinazione ruota*) fuori tolleranza.

Angolo di convergenza

Si definisce di convergenza l'angolo compreso fra il piano passante per la mezzeria del pneumatico e la direttrice del veicolo (*osservando il veicolo dall'alto*).

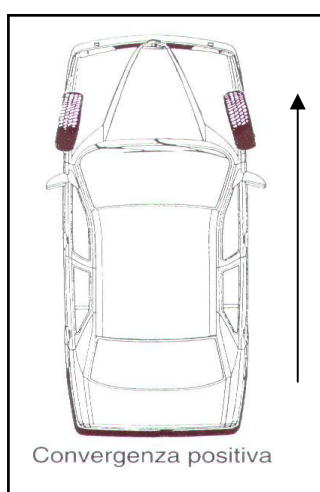
La convergenza viene definita anche come differenza fra la distanza **A** e **B** come nello schema sotto rappresentato.

A - B = T.le in mm.

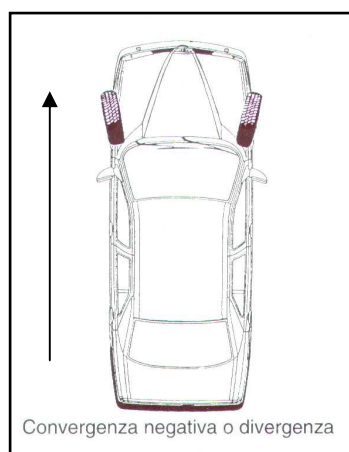
È una delle regolazioni fondamentali per il mantenimento della traiettoria impostata e prevista, per cui, per quanto la sua regolazione sia molto semplice, deve essere sempre estremamente corretta.

Guardando il veicolo dall'alto, si nota che, soprattutto le ruote anteriori, assumono un certo angolo rispetto alla mezzeria del veicolo.

Se sommiamo l'angolo formato dalla ruota destra a quello formato dalla ruota sinistra, abbiamo il valore totale della convergenza.

Se non esiste alcun angolo ovviamente abbiamo un valore di convergenza uguale a zero.

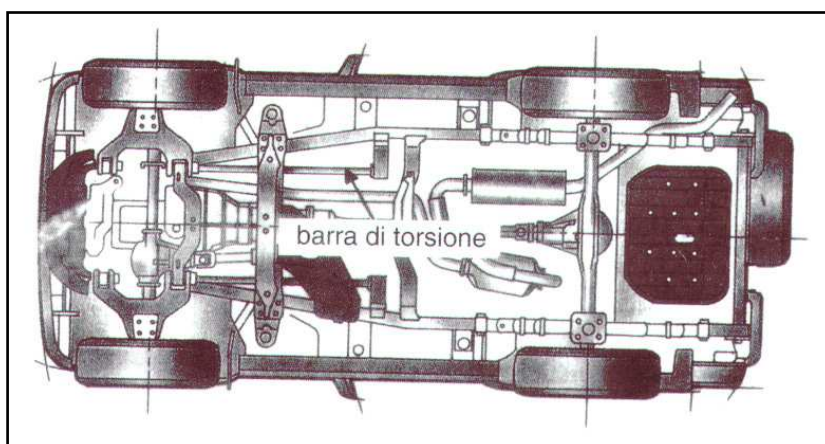
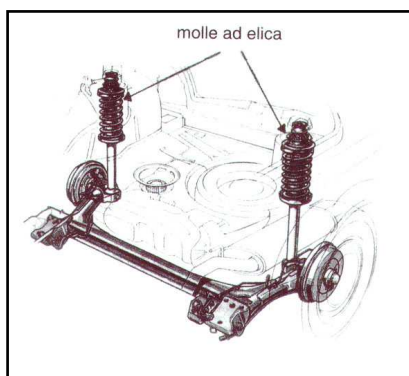
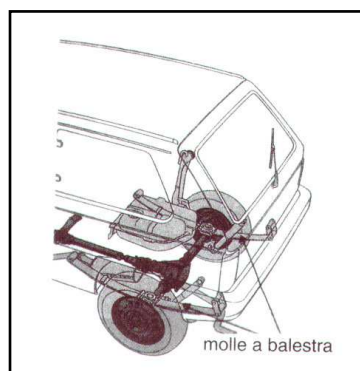
La convergenza si considera convenzionalmente positiva quando le ruote convergono verso la parte anteriore del veicolo, negativa invece quando le ruote divergono. In quest'ultimo caso si definisce divergenza.

⇐ **convergenza positiva**

convergenza negativa ⇒
(

Anche in questo caso valori eccessivi o al di fuori delle tolleranze prescritte dal costruttore del veicolo, generano usure rapide e irregolari cosiddette a "dente di segna" come sotto rappresentato nelle due immagini.

- **Organi meccanici della sospensione**

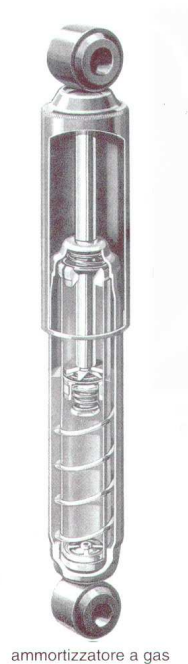
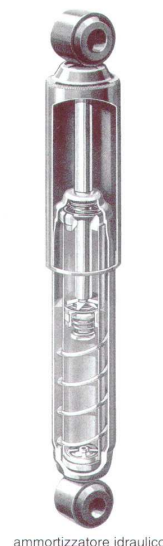
Dal punto di vista funzionale gli elementi di una sospensione si dividono in tre gruppi: ***organi portanti, organi elastici, organi dissipatori di energia.***

Organi portanti: sono quegli organi che collegano meccanicamente ruota e scocca, che assicurano i gradi di libertà richiesti e la posizione della ruota rispetto alla scocca stessa, e sono costituiti da bracci oscillanti, fuscelli, montanti, snodi, tiranti, puntoni, ecc.

Organi elastici: collegano elasticamente la ruota alla scocca. Sono cooperatori degli elementi portanti; cioè, una volata assicurato il collegamento tra ruota e scocca, lo si rende il più confortevole possibile mediante gli elementi elastici.
Questi elementi sono: barre di torsione, molle ad elica, molle a balestra, elementi in gomma (*tamponi, paracolpi, boccole elastiche ecc*.).

Rappresentazione di una vettura vista dalla parte inferiore per mettere in evidenza le barre di torsione delle sospensioni anteriori.

Molle ad elica *Molle a balestra*

Organi dissipatori di energia: sono elementi che cooperano con gli elementi elastici, introdotti allo scopo di dissipare l'energia da essi immagazzinata e quindi ***smorzare le oscillazioni della ruota*** e della scocca.

L'elemento dissipatore attualmente generalizzato su tutti i tipi di sospensioni è l'ammortizzatore idraulico oppure a gas.

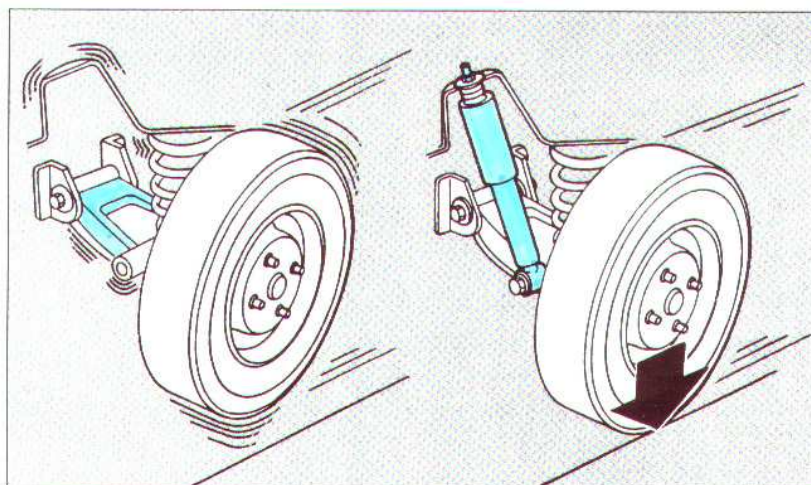
accoppiamento di ammortizzatore e molla ad elica

ammortizzatore a gas

ammortizzatore idraulico

Un particolare generalmente sottovalutato dal normale guidatore è l'ammortizzatore che, come tutte le parti della vettura, è soggetto ad usura graduale.

Tutto ciò contribuisce a diminuire progressivamente l'efficienza comportamentale del veicolo (*sicurezza, comfort, prestazioni in genere, compresa la durata dei pneumatici*).

Gli ammortizzatori dovrebbero quindi essere controllati almeno ogni 20.000 km, o almeno una volta all'anno.

Lo smorzamento delle oscillazioni delle ruote è di fondamentale importanza al fine di garantire, durante gli scuotimenti verticali, attraverso un costante contatto delle ruote stesse con la strada, la tenuta e la stabilità del veicolo, oltreché il comfort dei passeggeri.

Se lo smorzatore (ammortizzatore) non è efficace, le continue oscillazioni verticali delle ruote producono inevitabilmente usure precoci e/o anomale del pneumatico.

Ammortizzatore scarico   Ammortizzatore efficiente

- **Giochi meccanici**

Eccessivi giochi meccanici dovuti a boccole, silent-blok, giunti, cuscinetti, perni ecc. usurati, producono movimenti verticali e/o laterali della ruota interessata non controllabili durante la marcia del veicolo.

Questi movimenti determinano a loro volta variazioni più o meno sensibili degli angoli geometrici (*convergenza/divergenza e/o campanatura*) del veicolo, causando a lungo andare sul pneumatico in questione usure irregolari di forma ed entità imprecisabili, dipendenti esclusivamente dalle ampiezze delle variazioni stessi.

FATTORI AMBIENTALI

Tipo di percorso

L'usura dei pneumatici è normalmente influenzata da un impiego prevalente su strade rettilinee piuttosto che su strade tortuose, che può essere aggravata ulteriormente dalla presenza di salite e discese (*accelerazioni e frenate*).

Per dare un ordine di valutazione di questo fenomeno specifichiamo che: a parità di veicolo, guidatore e pneumatici, prendendo come riferimento il numero di

chilometri effettuati su un percorso esclusivamente autostradale rettilineo, tale valore può ridursi di oltre il 50% in un percorso autostradale misto.

Qualità del fondo stradale

Oltre al tipo di percorso, come già visto, anche le condizioni del fondo stradale hanno una sensibile influenza sulla durata dei pneumatici.

Nella tabella rappresentata a pagina n° 28 riportia mo, a titolo di esempio, una schematizzazione dell'influenza del fondo stradale sulla "vita" del pneumatico, prendendo come riferimento una strada asfaltata in buone condizioni.

I valori riportati nello schema sono da ritenersi "teorici" in quanto un pneumatico, nel corso del suo utilizzo, sarà sicuramente impiegato su diverse pavimentazioni e non sempre su quelle dello stesso tipo.

Temperatura ambientale

La temperatura ambientale influisce sulla capacità di resistenza all'abrasione delle mescole del battistrada.

Infatti all'aumentare della temperatura si ha una diminuzione della durata chilometrica del pneumatico cosi come è schematizzato nel grafico rappresentato a pagina n° 22.

Tale fenomeno si può spiegare come diminuzione della viscosità della mescola all'aumentare della temperatura, così da determinare una piccola perdita delle proprietà di resistenza al fenomeno dell'abrasione.

L'aria e il terreno a temperature elevate impediscono il raffreddamento delle coperture mantenendole ad un regime termico elevato, provocando in tal modo usure rapide.

FATTORI ACCIDENTALI

Lunghe frenate a ruote bloccate

Fra i fattori accidentali di usure anomale o localizzate, possiamo senz'altro considerare quelle dovute ad una frenata prolungata a ruote bloccate e/o al bloccaggio di una ruota per difetto del sistema frenante.

In tali condizioni, sotto l'area d'impronta, si producono in seguito a strisciamenti prolungati temperature istantanee molto elevate che determinano un rapido degrado della mescola del battistrada, tanto più ampio più è lunga la frenata in questione.

FENOMENI VIBRAZIONALI

Le cause di vibrazioni del veicolo risiedono altre che nel pneumatico anche nel motore, negli organi della trasmissione e nel fondo stradale.

Le sollecitazioni che agiscono sul pneumatico e che sono dovute sia a fattori esterni che interni alla copertura, possono generare fenomeni vibrazionali.

Le vibrazioni si trasmettono dal pneumatico al veicolo attraverso le varie catene meccaniche e possono creare molteplici disturbi e danni se non rimosse in tempi brevi: usure irregolari del battistrada, logoramento precoce dei cuscinetti dei

mozzi, dei fusi a snodo, degli ammortizzatori e degli organi meccanici dello sterzo in genere, guida difficoltosa e diminuita tenuta di strada, riduzione del comfort di marcia.

I disturbi avvertiti al comfort, la riduzione della sicurezza di guida e la maggior usura dei pneumatici derivano dalla oscillazione verticale e/o laterale delle ruote.

L'ampiezza delle vibrazioni, può assumere proporzioni tali da essere avvertibile durante il moto del veicolo su strada, e trasferire sia allo sterzo che alla struttura del mezzo violente oscillazioni percettibili da guidatore e passeggeri.

L'oscillazione delle ruote sterzanti del veicolo attorno ai fusi a snodo viene gergo definita " **shimmy".**

Tale fenomeno si verifica in modo rilevante solo a particolari velocità(90 - 110 km/h) dipendenti dal tipo di pneumatico, dalla elasticità delle sospensioni, dal sistema di sterzatura e dai suo organi di smorzamento, ossia quando la velocità di rotazione delle ruote coincide con la frequenza naturale di vibrazioni della "catena di trasferimento" al veicolo.

CAUSE GENERANTI IL FENOMENO

Qualora in una si presentino vibrazioni, le cause generanti il fenomeno possono essere imputate ai pneumatici, ai cerchi delle ruote, ad alcune parti meccaniche del veicolo e ad accidentalità casuali.

Le cause imputabili ai pneumatici, vanno ricercate essenzialmente nelle loro disuniformità, che si possono distinguere:

Irregolarità geometriche

- Eccentricità radiale
- Fuori piano laterale
- Sfarfallamento
- Flat Spotting
- Appiattimento da frenata

Disuniformità di massa

- Squilibrio statico

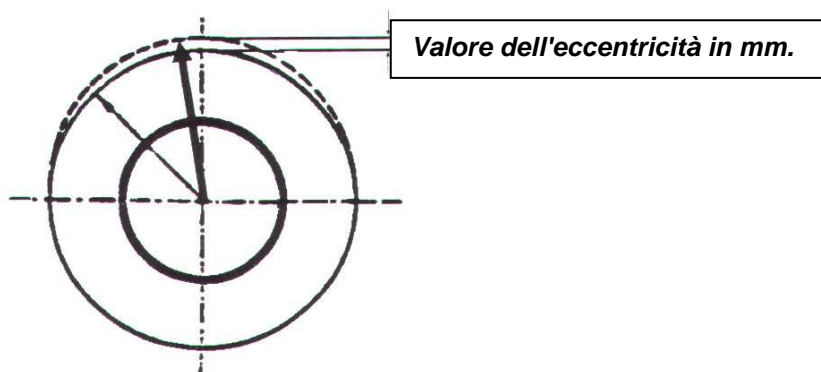
- Squilibrio di copia
- Squilibrio dinamico

Disuniformità di forze

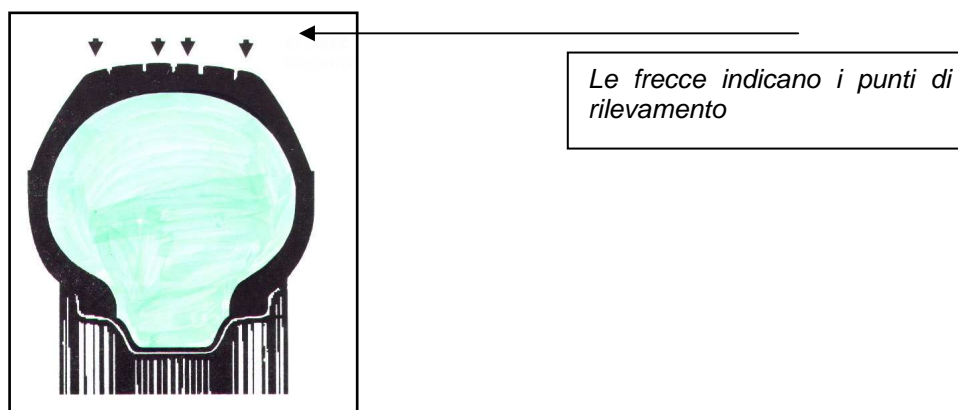
- Variazione della forza radiale
- Variazione della forza laterale

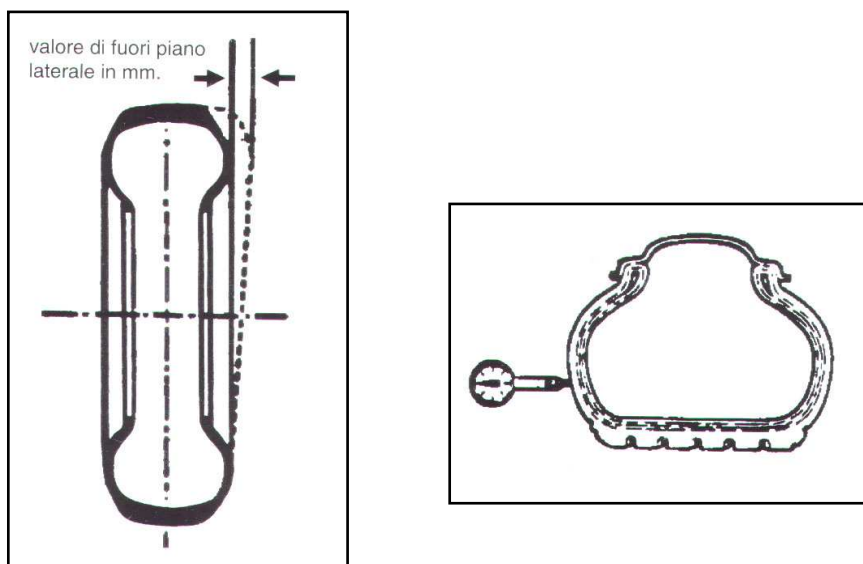
IRREGOLARITA' GEOMETRICHE

Eccentricità radiale

Per eccentricità si intende il moto irregolare di un pneumatico determinato da un raggio di rotolamento non costante.

Tale valore può essere rilevato con un comparatore sulla copertura in esame, montata sul cerchio idoneo, gonfiata a pressione d'esercizio e fatta ruotare a bassissima velocità (*spinta a mano*), ben centrata sull'asse di una equilibratrice.

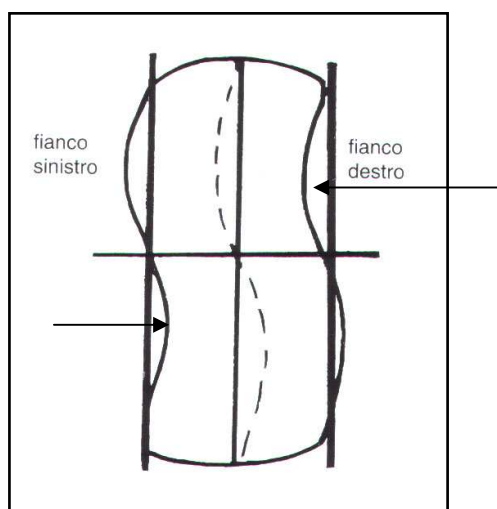
Valori eccessivi di eccentricità radiale, produrranno come effetto negativo fastidiose vibrazioni verticali nel volante ed alla struttura del veicolo.

Le frecce indicano i punti di rilevamento

Fuori piano laterale

Per fuori piano laterale si intende un moto irregolare determinato dalla deviazione del fianco del pneumatico dal piano di rotazione ideale.

Tale valore può essere rilevato sul fianco del pneumatico come sopra rappresentato nello schema.
Il procedimento è analogo a quello per il controllo dell'eccentricità radiale.

Valori eccessivi di fuori piano laterale possono produrre al volante l'effetto shimmy e probabili scuotimenti laterali del mezzo.

Sfarfallamento

Lo sfarfallamento si manifesta con un "serpeggiamento" del pneumatico in rotazione, dovuto ad una cattiva centratura dei componenti della campanatura.

Flat Spotting

Con questo termine si definisce il fenomeno vibrazionale che si manifesta guidando il veicolo dopo una lunga sosta.

La causa è dovuta ad un appiattimento temporaneo del pneumatico che, in rotazione, provoca fastidiose vibrazioni e che il più delle volte scompare dopo alcuni chilometri, in quanto il riscaldamento dei pneumatici unitamente alla forza centrifuga, fa recuperare elasticamente la deformazione locale.

In questo caso si parla di problema transitorio. La facilità di recupero della rotondità delle coperture, dipende dall'entità delle deformazioni, che è funzione della pressione di gonfiamento e del tempo di stazionamento del veicolo.

È buona regola pertanto in previsione di lunghe soste specie all'aperto e con temperature basse, aumentare la pressione dei pneumatici fino a 3,2 bar per le serie tecniche SR e TR, e fino a 3,5 bar per le altre serie tecniche.

Appiattimento da frenata

Tale fenomeno, causa anch'esso di fastidiose e nocivi vibrazioni, si verifica in seguito ad una o più frenate a ruote bloccate con conseguenti lunghi strisciamenti dei pneumatici sulla strada.

Questi strisciamenti producono sotto l'area d'impronta un innalzamento rapido della temperatura, con conseguente asportazione di alcuni decimi di millimetro di battistrada, procurando in tal modo, uno o più appiattimenti definitivi della copertura.

Un pneumatico danneggiato per avvenuto appiattimento provoca gravi e fastidiosi vibrazioni all'intero veicolo, per cui per ovviare a tale fenomeno è necessario sostituire il pneumatico o i pneumatici danneggiati.

DISUNIFORMITA' DI MASSE (SQUILIBRATURA)

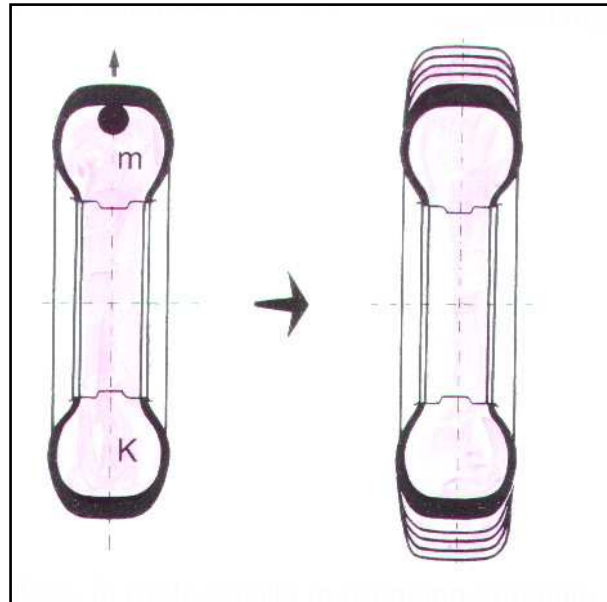
Una ruta è squilibrata quando la distribuzione delle sue masse non è uniforme lungo tutta la sua conformazione geometrica. Questo squilibrio è tale da generare in rotazione, delle forze centrifughe crescenti con la velocità.

Quando la ruota squilibrata è montata sotto il veicolo, queste forze centrifughe trasmettono allo stesso, fastidiose vibrazioni proporzionali alla massa squilibrante.

L'equilibratura di una ruota consiste nella ricerca e nella compensazione opportuna di tali masse, le quali possono dare origine a tre tipi di squilibrio:

- **Squilibrio statico**
- **Squilibrio di coppia**
- **Squilibrio dinamico**

Squilibrio statico

Si definisce squilibrio statico quello causato da una massa disposta in maniera simmetrica rispetto al piano meridiano "**K**", ma non uniforme lungo la circonferenza.

Con questo tipo di squilibrio, la ruota oscilla in un piano verticale, sottoponendo quindi il pneumatico ad una successione di scuotimenti tanto più violenti quanto più elevate sono la velocità e la massa di squilibratura.

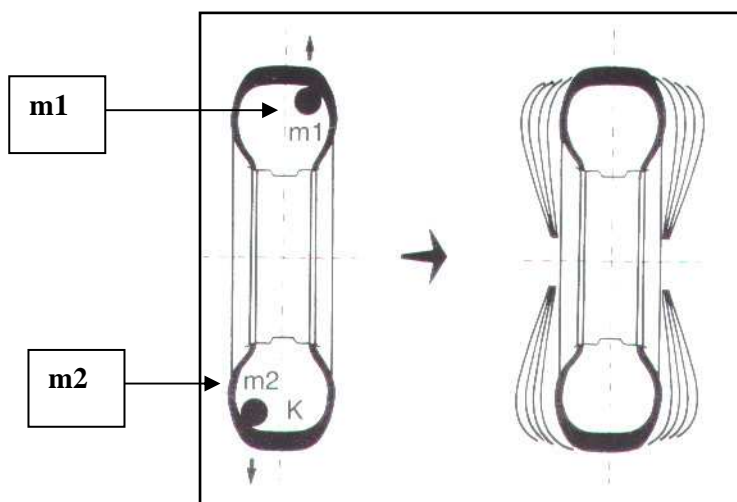
Gli effetti dannosi di questo fenomeno sono molteplici:

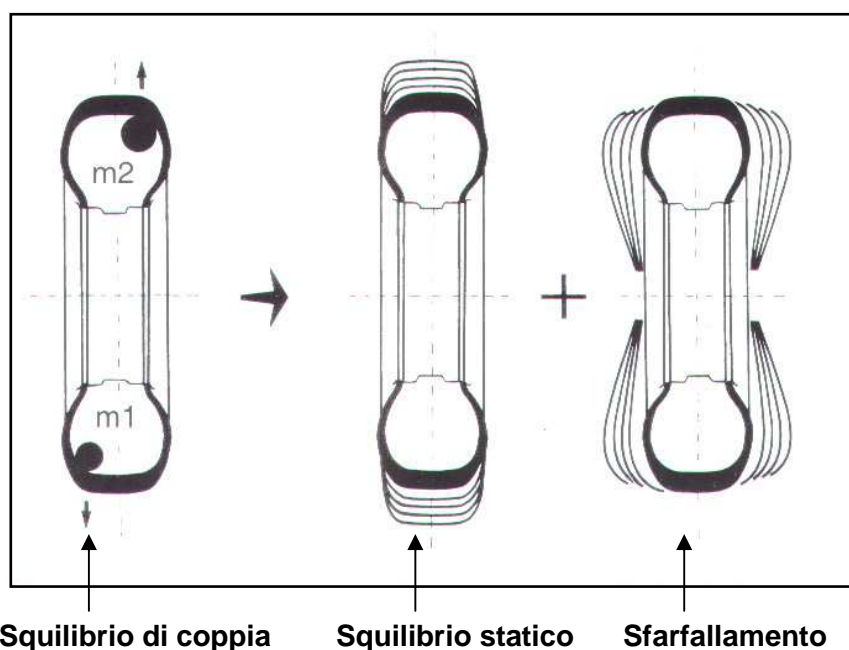
- Riduzione della sicurezza di marcia
- Riduzione del comfort di marcia
- Usura irregolare dei pneumatici
- Logoramento precoce di alcuni organi meccanici del veicolo (cuscinetti delle ruote, ammortizzatori, ecc.).

Squilibrio di coppia

Si definisce squilibrio di coppia, quello causato da due masse uguali disposte in maniera asimmetrica rispetto al piano meridiano "**K**" e non uniforme lungo la circonferenza della ruota.

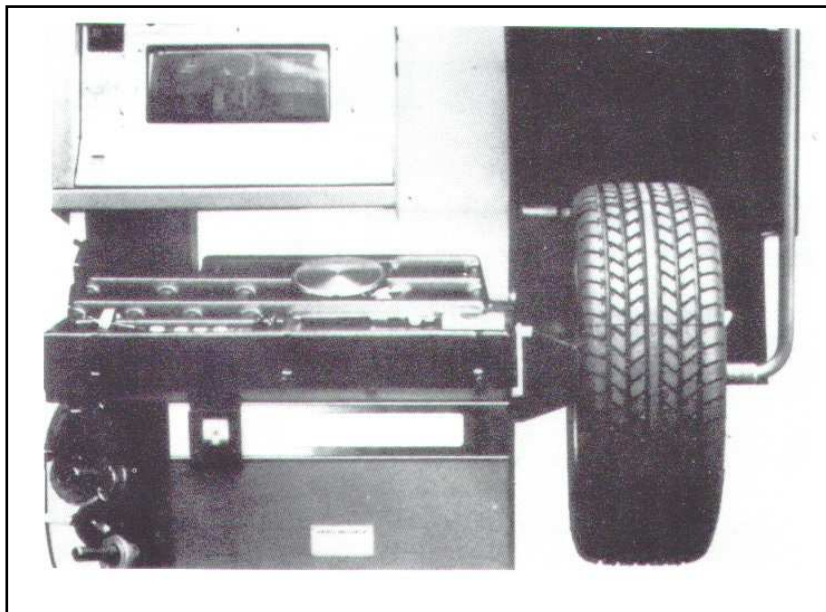
Quando il pneumatico viene messo in rotazione, le due masse di squilibrio m1 ed m2, generano due forze di tipo centrifugo. Tali forze daranno origine a loro volta ad una coppia che provocherà uno sfarfallamento del pneumatico stesso come evidenziato nello schema sottostante rappresentato.

Tale sfarfallamento avrà ripercussioni negative sul comfort di marcia e sull'usura dei pneumatici.

Squilibrio dinamico

Il caso che più frequentemente possiamo riscontrare in pratica, è quello dello squilibrio dinamico. Tale squilibrio è costituito dalla composizione tra squilibrio statico e squilibrio di coppia.

Nella prassi comune per equilibrare una ruota (sia con squilibrio statico che di coppia) vengono utilizzate le macchine equilibratrici.

Equilibratrice da banco

Le modalità relative all'uso di queste macchine sono ormai note a tutti gli addetti del settore. L'operatore, prima di effettuare l'equilibratura deve eseguire un'accurata pulizia della ruota (eliminando fango dal cerchio, sassi dagl'incavi del

battistrada) ed alla rimozione di eventuali contrappesi esistenti applicati nelle precedenti equilibrature, per ottenere migliori risultati.

Talvolta, nonostante l'equilibratura a banco, è possibile riscontrare durate l'utilizzo, della vettura ulteriori vibrazioni. In tal caso è necessario effettuare l'equilibratura a ruota montata sul veicolo completa dell'eventuale coprimozzo.

Con questa operazione si eliminano gli squilibri di tipo statico introdotti dalle masse rotanti collegate alla ruota (disco del freno, tamburi, semiassi). Va comunque precisato che questa operazione deve sempre seguire l'equilibratura effettuata a banco e che durante la verifica, non devono essere rimossi o comunque spostati i contrappesi posizionati durante l'operazione precedente.

DISUNIFORMITA' DI FORZE

Se le irregolarità geometriche e le disuniformità di massa possono essere immaginate con relativa facilità, le disuniformità di forze sono comprensibili se immaginiamo il pneumatico come una molla.

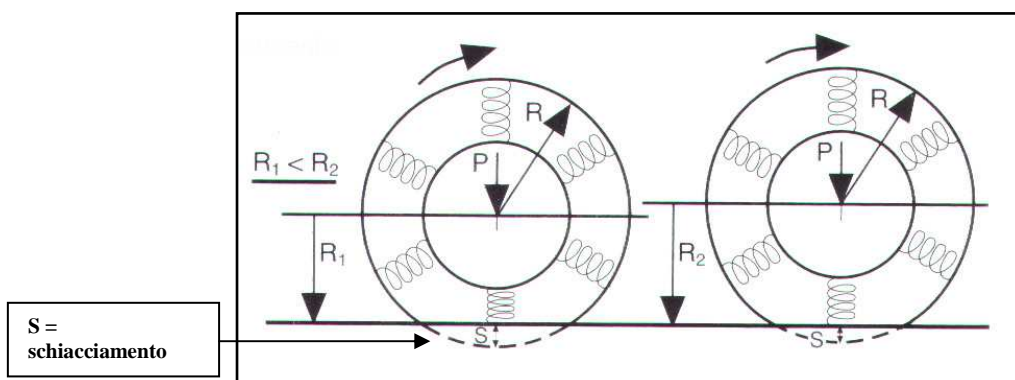
Se consideriamo una copertura di forma ideale, perfettamente simmetrica ed omogenea, fatta ruotare sotto un carico costante questa si deforma nella stessa misura lungo tutta la sua circonferenza.

Una copertura reale invece si deforma, sotto l'area d'impronta in maniera diversa (non uniforme) a causa delle proprie dissimmetrie e disomogeneità di lavorazione. Questa deformazione si valuta misurando la variazione di forza necessaria per ottenere sotto l'area d'impronta uno **schiacciamento** costante.

La disuniformità di comportamento si può manifestare tanto in direzione radiale (verticale), quanto laterale. Perciò si distinguono variazioni di forza radiale e laterale.

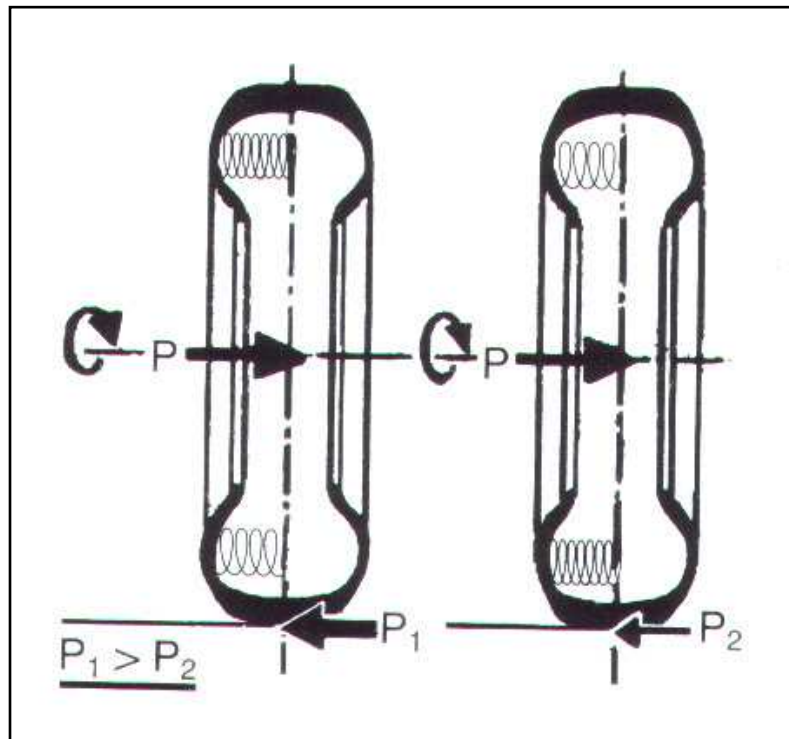
La variazione di forze (radiale - laterale) del pneumatico dipendono oltre che dalla copertura, anche dalla regolarità e precisione dell'assemblaggio dei componenti facenti parte del sistema di rotolamento: cerchi, mozzi.

Variazioni di forze radiali

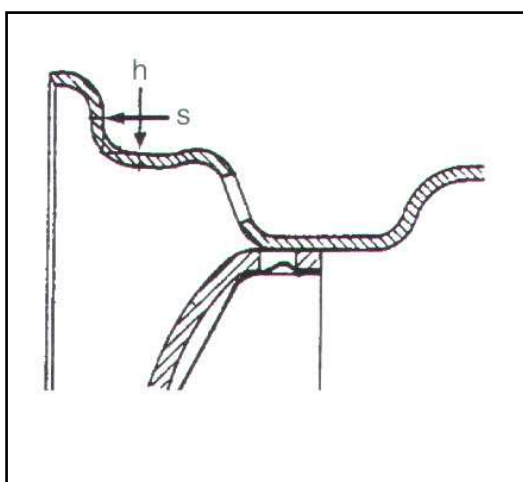
Nello schema sotto rappresentato è raffigurato un pneumatico in cui la propria elasticità è simboleggiata con delle "molle" posizionate sul fianco.

Se queste "molle" hanno rigidità diversa tra loro, hanno una rigidità diversa fra loro, si otterrà, a parità di carico verticale, uno schiacciamento differente lungo tutta la sua circonferenza.
Nelle condizioni di marcia, questa variazione di schiacciamento produrrà delle vibrazioni (verticali), le quali potrebbero essere enfatizzate da effetti di sovrapposizione delle quattro ruote.
Queste variazioni inoltre eccitano, in particolare campi di frequenza legati alla velocità di rotazione del pneumatico, altri componenti del veicolo e complessivamente influiscono negativamente sul comportamento di marcia del veicolo stesso.

Per la valutazione delle disuniformità delle forze non si misura per ragioni pratiche la "variazione di schiacciamento" a parità di carico verticale, bensì la "variazione di forza" (diversità di carico verticale) da applicare al pneumatico per ottenere uno schiacciamento costante lungo tutta la sua circonferenza.

Variazione di forza laterale

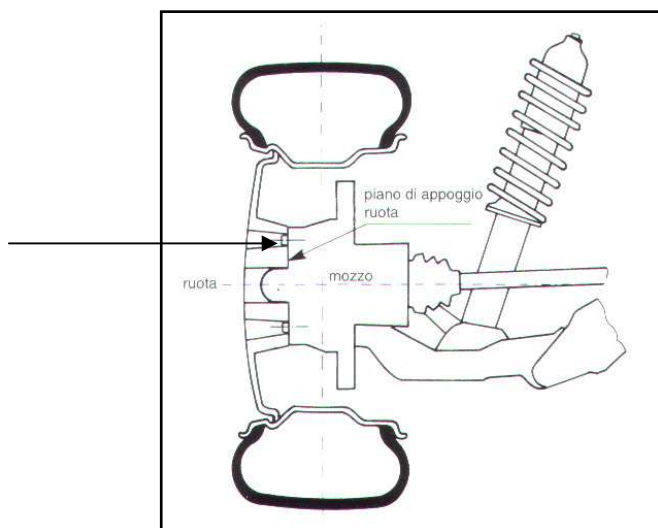
La variazione di forza laterale è da intendere come la variazione del carico da applicare lateralmente al pneumatico per ottenere una deformazione costante, come sotto rappresentato nello schema.

ALTRE CAUSE DI VIBRAZIONI

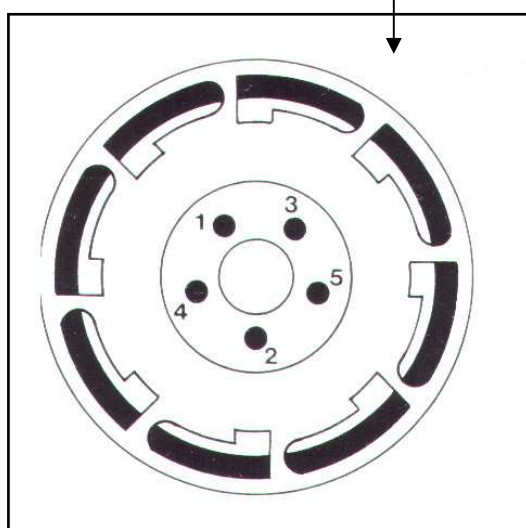
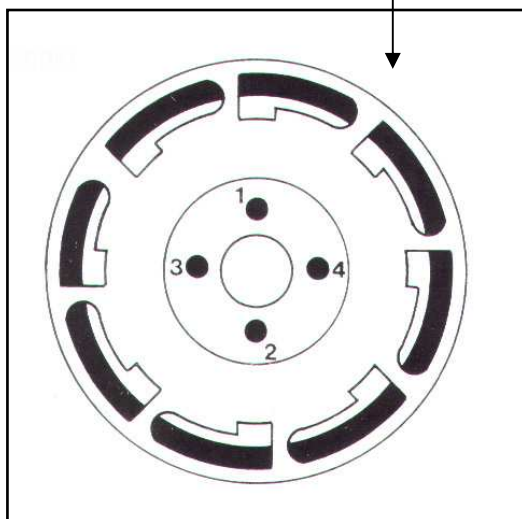
Fra le altre cause individuabili come probabili fonti di vibrazioni, si possono elencare le seguenti:

- Cerchi delle ruote geometricamente non perfetti

*Nel disegno sono indicati i punti del cerchio da misurare, mediante l'utilizzo di un comparatore di precisione, per la valutazione della eccentricità radiale (**h**) e fuori piano laterale (**s**).*

In alcuni casi è possibile compensare, ottimizzandone il risultato, l'eccentricità e/o il fuori piano laterale della copertura con le disuniformità geometriche presenti nel cerchio della ruota.

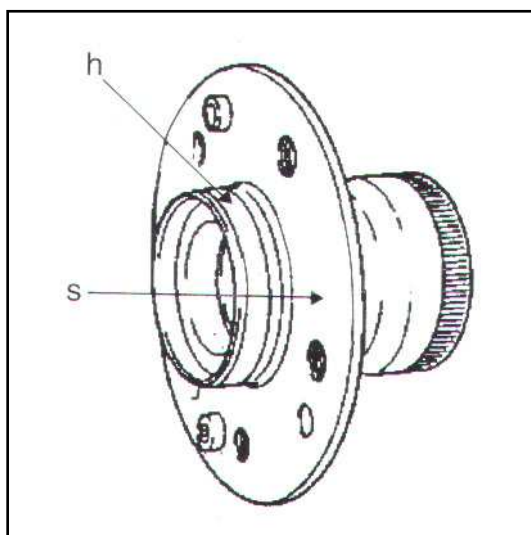
- Eccentricità di montaggio della ruota sul mozzo del veicolo

Il montaggio della ruota sul mozzo del veicolo, deve essere effettuato con la cura necessaria ad assicurare che la ruota stessa venga a trovarsi perfettamente in piano con il mozzo e sia ben centrata sullo stesso.

Al fine di evitare deformazioni al piano di appoggio del cerchio al mozzo, è opportuno rispettare le coppie di serraggio dei bulloni imposte dal costruttore del veicolo, utilizzando la chiave dinamometrica e rispettare la sequenza operativa indicata negli schemi sotto rappresentati.

<u>Sequenza di serraggio per ruote con cinque bulloni</u>

Sequenza di serraggio per ruote con quattro bulloni

L'utilizzo di attrezzature alternative (chiave a croce, avvitatore pneumatico non adeguatamente tarato, ecc.) implica generalmente delle coppie di serraggio superiori al necessario, causando di conseguenza deformazioni alle sedi dei bulloni e delle flange del cerchio a svantaggio di un corretto accoppiamento.

- Eccentricità e/o fuori piano laterale del mozzo del veicolo rilevabili con l'ausilio del comparatore come sotto rappresentato nello schema.

h = eccentricità radiale

s = fuori piano laterale

- Ammortizzatori inefficienti
- Albero di trasmissione squilibrato
- Semiassi squilibrati
- Eccessivi laschi (giochi) dell'avantreno e/o presenti nella tiranteria dello sterzo (boccole, perni, silent-blok, cuscinetti ecc.).

RUOTE E PNEUMATICI PER USO TEMPORANEO

Generalità

Le norme del Regolamento ECE/ONU 64, prevedono che i veicoli allestiti con una ruota di scorta di dimensioni ridotte (ruotino) possa essere accordata

un'omologazione a seguito di accertamento della rispondenza della stessa alle prescrizioni tecniche contenute nel Regolamento medesimo.

A seguito di tale omologazione, il veicolo, laddove se ne presenti la necessità, è autorizzato a circolare con una ruota di emergenza di dimensioni ridotte, nel rispetto del **limite di velocità di 80 km/h,** nell'osservanza delle condizioni d'impiego stabilite dal costruttore del veicolo e nella consapevolezza che si tratti di una situazione temporanea che va riportata nella norma non appena possibile.

Nelle norme di uso e manutenzione che accompagnano i veicoli omologati ai sensi del Regolamento ECE/ONU 64, devono essere compendiate tutte le notizie concernenti la corretta utilizzazione della ruota di scorta di dimensioni ridotte e in particolare:

- Richiamo ai rischi connessi con il mancato rispetto delle restrizioni previste per l'impiego del pneumatico d'emergenza.
- Guidare con prudenza il veicolo munito della ruota di scorta per uso temporaneo, sottolineando l'esigenza di ripristinare l'equipaggiamento standard non appena possibile.
- Sotto al veicolo non possono essere utilizzate contemporaneamente più ruote di scorta del tipo per uso temporaneo.
- L'indicazione della pressione di gonfiaggio del pneumatico della ruota di scorta per uso temporaneo.

PNEUMATICI INVERNALI

I pneumatici per uso invernale, sono caratterizzati da disegni e mescole del battistrada particolarmente adatti a conferire trattività e tenuta di strada su terreni innevati.

Sono identificabili mediante la marcatura "**M+S**" riportata sul fianco della copertura, che significa "Mud and Snow" (fango e neve).

Analogamente a quanto avviene per i pneumatici estivi, è uso comune suddividere in tipi di impiego anche i pneumatici per uso invernale.

a) Pneumatici chiodabili adatti a tutte le autovetture impiegate in zone con inverni lunghi e rigidi, con frequente presenza di strade ghiacciate e/o con forti pendenze.

b) Pneumatici senza chiodi adatti a vetture di media cilindrata normalmente equipaggiate con pneumatici estivi aventi codice di velocità S o T. Sono indicati per essere utilizzati in condizioni di tempo più mite e con minor presenza di ghiaccio.

c) Pneumatici senza chiodi. A differenza di quelli appartenenti al segmento **b,** sono destinati ad equipaggiare vetture più potenti, che normalmente montano pneumatici estivi con codice di velocità **H,V,W** o classi di velocità ZR, in condizioni climatiche analoghe a quelle descritte nel segmento **b.**

PNEUMATICI NON CHIODATI

Per ottenere le migliori prestazioni, è consigliabile equipaggiare la vettura con quattro pneumatici invernali dello stesso tipo.

Ai fini della sicurezza, tale soluzione diventa determinante sulle vetture a trazione anteriore. Infatti, se queste autovetture fossero equipaggiate con pneumatici invernali esclusivamente sull'asse anteriore, nelle curve su fondi bagnati o innevati, si genererebbe un pericoloso scompenso di tenuta di strada laterale tra i due assi.

Essendo l'asse posteriore quello con minor aderenza, la vettura avrebbe tendenza a sbandare creando le condizioni di un probabile "testa-coda".

Relativamente alle velocità, le coperture invernali possono avere un codice di velocità diverso e solitamente inferiore a quello delle coperture normalmente utilizzate.

L'utilizzazione di questi pneumatici, prevede quindi di attenersi alla nuova velocità imposta dal tipo di pneumatico e non a quella ottenibile dalla vettura.

Si consiglia pertanto l'equipaggiamento con pneumatici aventi codici di velocità il più vicino possibile a quello dei pneumatici standard e con indice di carico uguale o superiore a quello previsto per i pneumatici estivi.

In sintesi possiamo quindi affermare che la compatibilità dei montaggi è indice determinante per la sicurezza in marcia, specie sul bagnato.

Situazioni di pericolo possono infatti generarsi per:

- Montaggio non omogeneo dei pneumatici (due invernali e due estivi).
- Montaggio di pneumatici invernali con disegni del battistrada e/o marche differenti.
- Mancato rispetto, nel montaggio, della direzionabilità del disegno.
- Impiego di pneumatici sullo stesso asse con profondità incavi del battistrada differenti.

I disegni del battistrada dei pneumatici invernali presentano un rapporto pieni/vuoti inferiore a quello dei pneumatici estivi.

Le principali motivazioni tecniche di questa scelta da progetto sono:

- Disporre di maggior capacità di catturare la neve per ottimizzare la motricità.

- Aumentare il drenaggio dell'acqua e quindi migliorare sia la tenuta su bagnato che il rischio dell'aquaplaning. Inoltre il materiale impiegato nella mescola del battistrada è tale da offrire rapidamente, sia su asciutto che su bagnato, il "**grip**" necessario a bassa temperatura.

Le pressioni di gonfiamento dei pneumatici invernali sono determinanti per ottenere dagli stessi le migliori prestazioni sia in termini di sicurezza che di efficienza.

Le pressioni da adottare, in mancanza di indicazioni specifiche, sono quelle riportate nel libretto "uso e manutenzione" del veicolo per i pneumatici estivi aumentare però di 0,2-0,3 bar, ciò al fine di:

- Compensare eventuali riduzioni di pressini dovute alle basse temperature invernali.

- Contenere l'entità delle flessioni della carcassa e quindi la temperatura di esercizio dovuta ad un utilizzo a velocità elevata e continuativa (impiego autostradale).

- Ridurre la **chiusura** degli incavi sotto l'area d'impronta.

Per quanto sopra descritto è facilmente intuibile che sottogonfiare deliberatamente i pneumatici invernali, equivale a: ridurre drasticamente l'efficacia degli stessi sulla neve e sul bagnato, innescare su asciutto-veloce una certa gelatinosità di guida, usure irregolari, peggioramento della rumorosità unitamente ad una sensibile riduzione della scorrevolezza.

PNEUMATICI CHIODATI

Relativamente a questi pneumatici, vanno rispettate alcune norme imposte dal **codice della strada locale.**

In Italia:

- Periodo di utilizzazione **(dal 15 novembre al 15 di marzo).**

- Numero massimo di chiodi per copertura: da **80 a 160.**

- Massima sporgenza dei chiodi **1,5, millimetri.**

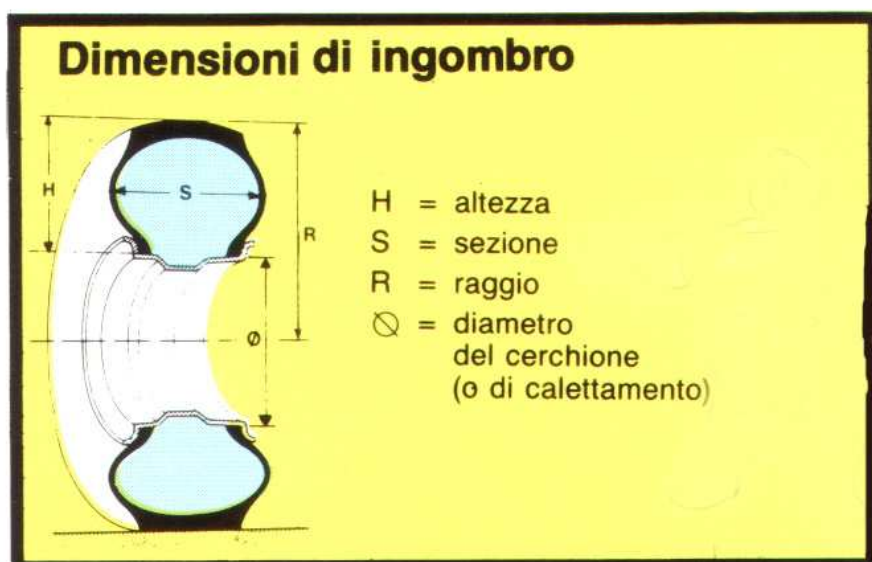
- Limite di velocità di **120 Km/h in autostrada e di 90 Km/h su altre strade.**

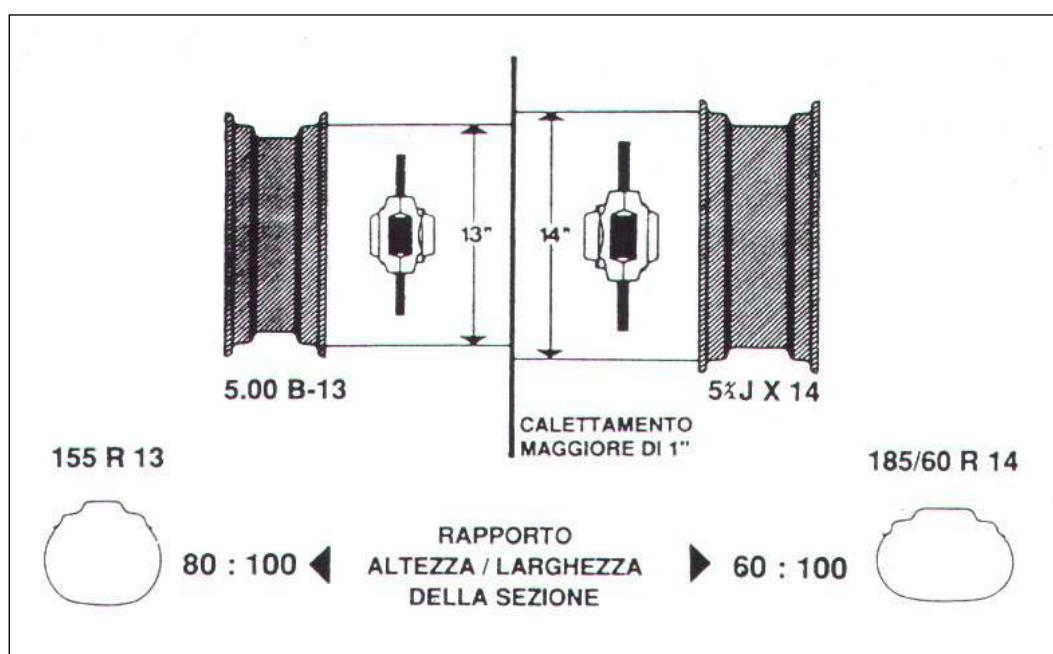
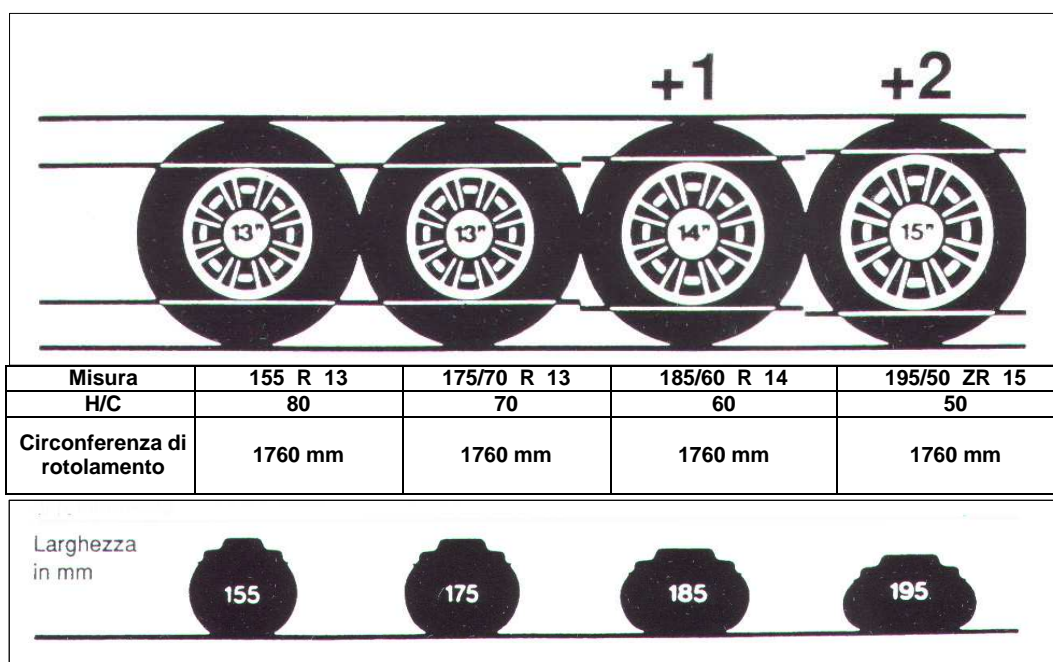
- Obbligo di avere i chiodi su tutti i pneumatici del veicolo e su quelli dei loro eventuali rimorchi.

- Obbligo d'impiegare il paraspruzzi sui parafanghi posteriori.

TRASFORMAZIONI EQUIPAGGIAMENTO ORIGINALE

Per "trasformazione" s'intende la sostituzione dell'equipaggiamento originale di un veicolo, con pneumatici di altre misure solitamente appartenenti alla "Serie Larga".

Al fine di eseguire una corretta trasformazione, è necessario rispettare gli opportuni criteri tecnici e le norme legislative vigenti.

- La circonferenza di rotolamento della copertura ribassata deve essere uguale a quella della copertura di base come negli schemi sotto rappresentati.

Misura	155 R 13	175/70 R 13	185/60 R 14	195/50 ZR 15
H/C	80	70	60	50
Circonferenza di rotolamento	1760 mm	1760 mm	1760 mm	1760 mm

- L'indice di carico e il codice di velocità devono essere uguali o maggiori rispetto a quelli della copertura originale.
- La misura del cerchio deve essere adeguata in funzione della nuova misura di copertura adottata per la trasformazione.
- L'off. set del nuovo cerchio deve essere uguale (+/- 2 mm) a quello del cerchio originale.

- È necessario mantenere invariati il diametro del foro centrale del cerchio originale e la quota dell'interasse d'attacco.

- Inoltre il complesso copertura/cerchio non deve interferire, in tutte le condizioni di carico ed impiego, con gli organi meccanici della vettura e non deve sporgere dalla sagoma della carrozzeria.

- Verificare che la misura della copertura da montare in alternativa (trasformazione), sia prevista nella Carta di Circolazione del veicolo. Qualora la trasformazione non fosse indicata sulla Carta di Circolazione, dal costruttore del mezzo, è necessario provvedere all'aggiornamento della stessa presso l'Ispettorato della Motorizzazione Civile (M.C.T.C.).

1) Misura omologata e fornita in primo equipaggiamento.

2) Misura omologata come optional.

3) Aggiornamento della Carta di Circolazione riportante la misura dei pneumatici montati in alternativa (approvazione da parte della M.C.T.C. della "trasformazione" operata con emissione di duplicato del documento). Ciò, tuttavia, non è richiesto quando i nuovi pneumatici

hanno più alti valori degli indici di carico e/o di velocità, oppure differiscono solo fondamentalmente per l'uso del vecchio sistema di marcatura (o per la larghezza in pollici anziché in mm).

CORRISPONDENZE DIMENSIONALI

Ø in pollici						TR - Ø in mm			
serie 80	serie 70	serie 65	serie 60	serie 55	serie 50	serie 65	serie 60	serie 55	serie 45
145 R 10									
125 R 12	145/70 R 12								
135 R 12	155/70 R 12					160/65 R 315			
145 R 12			175/60 R 13						
155 R 12						180/65 R 315 160/65 R 340			
135 R 13	155/70 R 13	165/65 R 13	185/60 R 13	195/55 R 13					
145 R 13	165/70 R 13	165/65 R 14				170/65 R 340			
155 R 13	175/70 R 13	175/65 R 14	205/60 R 13 185/60 R 14	205/55 R 14	195/50 R 15	180/65 R 340		190/55 R 365	
165 R 13	185/70 R 13	185/65 R 14	195/60 R 14					210/55 R 365	
175 R 13	195/70 R 13	195/65 R 14	205/60 R 14			180/65 R 365	190/60 R 365 200/60 R 365	220/55 R 365	
145 R 14	165/70 R 14					170/65 R 365			
155 R 14	175/70 R 14	195/65 R 14	205/60 R 14			180/65 R 365	190/60 R 365 200/60 R 365	220/55 R 365	
165 R 14	185/70 R 14	185/65 R 15	195/60 R 15			180/65 R 390			
175 R 14	195/70 R 14	195/65 R 15	205/60 R 15			190/65 R 390	200/60 R 390		240/45 R 415
185 R 14	205/70 R 14							240/55 R 390	
125 R 15									
135 R 15									
145 R 15						190/65 R 365		200/55 R 390	
155 R 15								210/55 R 390	
165 R 15	185/70 R 15	205/65 R 15							
185 R 15	205/70 R 15								280/45 R 415

Le corrispondenze di cui sopra sono riferite al diametro esterno dei pneumatici, per cui la tabella ha carattere puramente indicativo. Per eventuali necessità consultateci.

TIPI DI PNEUMATICI

Sotto il profilo strutturale si possono avere diversi tipi di pneumatici in funzione delle caratteristiche tecniche della carcassa:

- **Pneumatico diagonale** (detto anche convenzionale o "Bias-Plyl"): in cui i fili che costituiscono le tele della carcassa giungono fino al tallone e sono orientati in modo da formare gli angoli alternati inferiori a 90° rispetto alla linea mediana del battistrada;

- **Pneumatico cinturato incrociato:** che rappresenta una variante più resistente del pneumatico diagonale;

- **Pneumatico radiale:** in cui i fili delle tele giungono fino al tallone e sono orientati in modo da formare un angolo quasi uguale a 90° rispetto alla linea mediana del battistrada.

- **Pneumatico asimmetrico:** pneumatico con disegno del battistrada diverso nelle due parti separate dalla linea di mezzeria. I disegni asimmetrici vengono utilizzati per "specializzare" le zone del battistrada: la spalla esterna ha tasselli più grandi e robusti, per resistere meglio alle sollecitazioni in curva, mentre la parte interna ha incavi più pronunciati per evacuare rapidamente l'acqua dall'impronta e allontanare l'aquaplaning. I pneumatici asimmetrici, però hanno senso di montaggio obbligato (il lato da tenere all'esterno è chiaramente indicato) e non si possono ruotare sul cerchio per correggere eventuali usure irregolari.

- **Pneumatico invernale :** pneumatico progettato per offrire superiore aderenza sulla neve, conservando buone caratteristiche sull'asfalto asciutto e bagnato: sono identificati dalla sigla M+S che segue l'indicazione della misura, per esempio 175/65R14 82T M+S. le gomme invernali sono caratterizzate dal battistrada, che ha numerosi e profondi incavi, e dall'estesa lamellatura, necessaria per moltiplicare gli "spigoli" che fanno presa sulla neve. La mescola del battistrada, poi, è studiata per offrire buona aderenza anche alle basse temperature.

- **Pneumatico maggiorato:** si dice di coperture di dimensioni maggiori di quelle montate in origine. La trasformazione può essere fatta per aumentare la capacità di carico del pneumatico o per migliorare le qualità stradali della vettura.

- **Pneumatico ribassato:** nei pneumatici tradizionali, il "rapporto d'aspetto" o "serie tecnica", cioè il rapporto tra l'altezza della sezione e la sua larghezza, è pari a 0,8 (serie 80). I pneumatici che hanno valore inferiore a tale rapporto si dicono "ribassati": il rapporto d'aspetto può scendere anche a 0,25 (serie 25). I pneumatici ribassati offrono migliori caratteristiche di prontezza e precisione dello sterzo e maggior aderenza; tra i lati negativi, oltre al costo elevato, la maggior tendenza all'aquaplaning e il minor comfort.

"LEGGERE" I PNEUMATICI

Per molto tempo la classificazione dei pneumatici si è basata sull'indice di "velocità" della vettura cui erano destinati; più precisamente essi venivano raggruppati nelle classi "S" per auto fino a 180 Km/h, "H" (fino a 210 Km/h), "V" (oltre i 210 Km/h), ecc.

Tale classificazione, compilata in base a una serie di prove di laboratorio, non è certo rappresentativa delle reali caratteristiche richieste ai pneumatici; basta infatti pensare che, pur con gli attuali limiti di velocità e di traffico, molte auto tra quelle con potenze elevate hanno pneumatici della classe "VR" (>210 Km/h), il carico massimo è riferito alla velocità di 210 Km/h: classe di velocità "ZR" (>oltre 240 Km/h), il carico massimo è riferito alla velocità di 240 Km/h: categoria di velocità "V" (240 Km/h), il carico massimo è riferito alla velocità di 210 Km/h: diminuire il carico del 3% a ogni incremento della velocità di 10 Km/h da 210 a 240 km/h.

I pneumatici con il simbolo categoria di velocità "W" (270 Km/h) con o senza marcatura ZR, il carico massimo è riferito alla velocità di 240 Km/h: diminuire il carico del 5% a ogni incremento della velocità di 10 Km/h da 240 a 270 Km/h.
I pneumatici con il simbolo categoria di velocità "Y" (300 Km/h) con o senza marcatura ZR, il carico massimo è riferito alla velocità di 270 Km7h: diminuire il carico del 5% a ogni incremento della velocità di 10 Km/h da 270 a 300 Km/h.

Da qualche anno parecchi paesi, tra cui quelli della Comunità Europea, per individuare meglio le caratteristiche dei pneumatici e impegnare i fabbricanti di pneumatici a costruire prodotti più sicuri, hanno prescritto marcature più

particolareggiate sulle gomme: indicazioni della pressione e del carico massimo ammissibile, descrizione della struttura dei fianchi e del battistrada, marchio di omologazione europeo, stabilimento e settimana di produzione, ecc.

Tutto ciò, pur garantendo all'automobilista l'acquisto di un pneumatico rispondente alle sue necessità, genera anche un po' di confusione (taluni indici sono ripetuti nelle varie forme richieste dalle differenti legislazioni) e lascia ancora un ampio margine di incertezza su almeno due caratteristiche essenziali per la sicurezza e l'economia: la tenuta sul bagnato e la durata o resa chilometrica. Ecco allora che le Leggi americane, molto attente nella difesa del consumatore, hanno prescritto nuove indicazioni a ulteriori garanzia della qualità.

Dal 1° ottobre 1980 tutti i pneumatici destinati al mercato USA hanno stampigliate le indicazioni che da sole permettono di fornire all'utente i dati che più gli interessano: resistenza all'usura (treadwear), alla fatica (temperatura) e alla tenuta sul bagnato (traction). D'ora in poi qualunque utente americano che abbia avuto una negativa esperienza personale e nutra, pertanto, dubbi sulle qualità del pneumatico acquistato potrà citare in Tribunale il costruttore per frode. Il tribunale provvederà a far eseguire una specifica prova con pneumatici analoghi a quelli contestati e l'esito della prova deciderà della causa, dei costi relativi dell'indennizzo all'utente, e potrà addirittura obbligare l'industria, se perdente, a ritirare dal mercato i pneumatici come quello incriminato, cioè tutti quelli della stessa serie prodotti nella stessa settimana (è l'ormai famoso "recall" in cui sono già incappate alcune grandi industrie, anche automobilistiche, che hanno dovuto "richiamare" i propri prodotti per modifiche o sostituzione).

La prova di "temperatura" è una prova di laboratorio eseguibile dovunque con le stesse attrezzature già in uso per omologare i pneumatici secondo le classi "S", "H", "V". le condizioni di prova, molto ben specificate e riproducibili, consistono nel rilevare dopo quanto tempo il pneumatico, sottoposto ad un determinato carico, con una certa pressione e a una determinata velocità in ambiente climatizzato, si rompe.

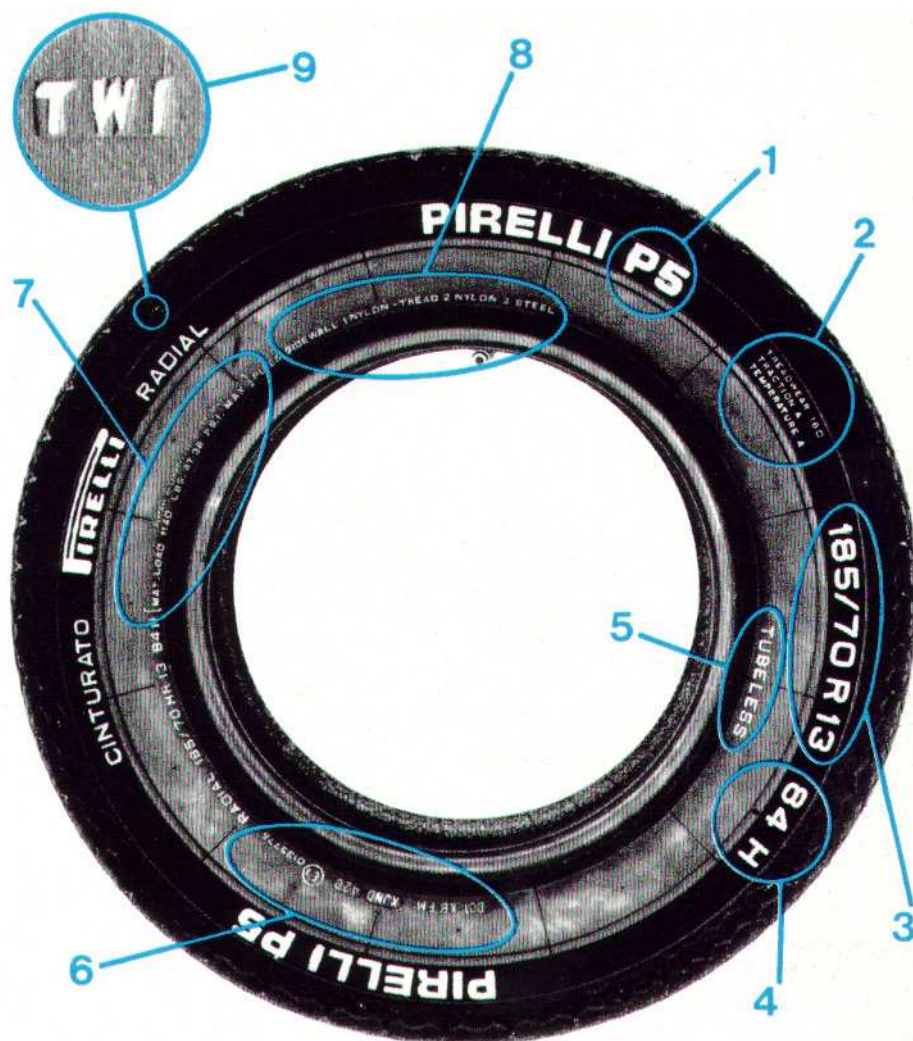
Il pneumatico viene marcato "C" se si rompe nelle prime due ore di prova, "B" se resiste ed infine "A" se supera un successivo test in cui vengono ulteriormente aumentati il carico e la velocità.

Le prove di "traction" e di "treadwear" sono invece pratiche, per la difficoltà di riprodurre in laboratorio le condizioni d'impiego.

Sono prove obiettabili in quanto, essendo innumerevoli le variabili riscontrabili nella pratica, appare piuttosto avventato stabilire rigide condizioni. Mediando i risultati di prove di frenata sul bagnato, ottenuti su asfalto, con quelli ottenuti su cemento e paragonandoli a quelli di un campione di riferimento fornito dalle autorità U.S.A., si giunge a graduare la "traction" in categoria "A" per pneumatici ottimi, "B" per pneumatici buoni e "C" per pneumatici con scarsa tenuta sul bagnato.

IL "LINGUAGGIO" DEI PNEUMATICI

Sui fianchi dei pneumatici sono impresse in rilievo varie combinazioni di lettere e numeri, all'apparenza misteriosi, che elencano tutte le caratteristiche costruttive, nonché le prestazioni che offrono.

Saper leggere, almeno le più importanti, per un Perito è indispensabile a tutto vantaggio dell'utente.

Marca e modello sono riportati a carattere cubitali e non occorre alcun commento.

Dimensioni: vengono indicate da una combinazione di numeri e lettere, con una sigla molto grande, quindi ben visibile.

Esempi:

1) **P5** - individua il disegno del battistrada.

2) **TREADWEAR** - consumo del battistrada; **160**: indice della resistenza all'usura del pneumatico; **TRACTION A :** trattività di classe A, cioè capacità frenante del pneumatico sul bagnato nella classe migliore; **TEMPERATURE A:** indice di resistenza termica della classe A, cioè capacità di resistenza alle alte temperature nella classe migliore.

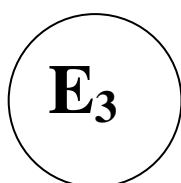
3) **185** - indica la larghezza della sezione nominale del pneumatico, cioè la distanza (in mm) da fianco a fianco; **70:** significa che la sezione del pneumatico ha un'altezza che è il 70% della larghezza (in questo caso: altezza della sezione: 185 x 0,7 = 130 mm circa); **R:** pneumatico a struttura radiale (le più diffuse oggi); **13:** diametro di calettamento, cioè diametro del cerchione su cui si monta il pneumatico (misurato in pollici).

4) **84 -** indica il carico massimo sopportabile dal pneumatico (vedi tabella indici di carico); **H:** indica la velocità massima consentita alla vettura con questo tipo di pneumatico (vedi tabella indici di velocità).

5) **TUBLESS -** informa che il pneumatico non prevede la camera d'aria e deve essere istallato su uno specifico disco, appunto per tubless. In caso contrario troveremo le diciture: Tube type, avec chambre, mit schlauch.

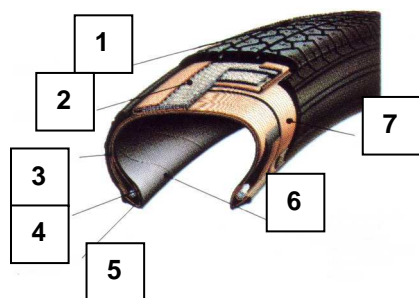
Oggi quasi tutte le gomme sono del tipo tubless, con indubbi vantaggi sulla sicurezza (in caso di foratura non si afflosciano istantaneamente, ma la pressione cala lentamente), di durata e di comfort.

6) **DOT -** (sui prodotti fabbricati in conformità al prototipo omologato CEE, il costruttore oppone il marchio "**e**" con gli estremi dell'omologazione. Per la conformità ai regolamenti ECE/ONU si usa il marchio "**En**": in entrambi i casi "n" è un indice numerico che col suo valore 1,2,3, ecc. individua lo Stato dove è avvenuta l'omologazione e di cui si riportano alcuni casi:

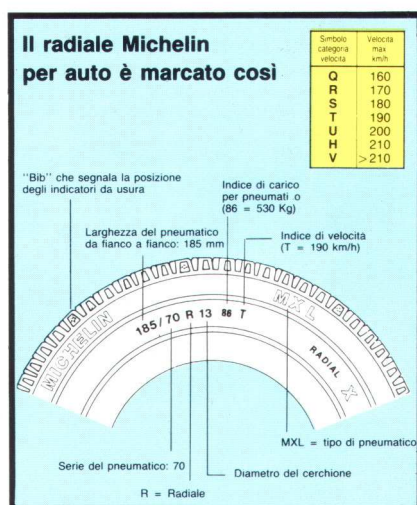
1 - Germania	9 - Spagna
2 - Francia	11 - Regno Unito
3 - Italia	13 - Lussemburgo
4 - Paesi Bassi	18 - Danimarca
6 - Belgio	21 - Portogallo

Omologazione internazionale ECE/ONU
Si caratterizza per la lettera **E** maiuscola contenuta in un cerchietto.

e_3	**Omologazione Comunitaria CEE** Si caratterizza per essere sempre contenuta in un quadrato ed avere la **e** minuscola.

Tutte le gomme circolanti in Europa debbono essere conformi ai requisiti delle norme ECE. La loro omologazione è evidenziata dal marchio "ES" seguito da un numero che rileva il paese in cui è stata costruita. Il tutto, normalmente, è racchiuso in un cerchietto. Es. E3; la gomma, regolarmente approvata è stata prodotta in Italia. Inoltre la marcatura "DOT" seguita da altre sigle, significa che il pneumatico soddisfa le norme del *Department of Trasportation* - Dipartimento Americano della Motorizzazione: significa che il pneumatico è conforme alle norme USA; **XB:** codice della casa costruttrice (in questo caso X sta per Pirelli, B significa costruito a Torino; **FM XJND:** sono sigle interne della casa costruttrice che indicano le dimensioni, il tipo e il materiale di fabbricazione; **420:** data di nascita del pneumatico, 42 è la settimana di produzione (importantissima, soprattutto in occasione di acquisto di un veicolo usato, o dovendo sostituire i pneumatici). 0 l'anno di costruzione (in questo caso risulta 1980); **E:** pneumatico conforme alle norme Europee; **3:** omologazione avvenuta in Italia; **0135776:** codice interno del costruttore per l'individuazione dello stampo.

7) **MAX LOAD 1140 LBS.AT 36 P.S.I. MAX:** dicitura che identifica la possibilità di poter esportare il pneumatico anche nei mercati australiani, canadesi, americani. Significa: carico massimo per ruota di 1140 libbre (circa 500 Kg) alla pressione massima di 36 libbre per pollice quadrato (circa 2,5 atm.).

1° ***Battistrada*** *(scolpitura)*
2° Tele di sommità
3° Fianco
4° Cerchietto
5° Aganciatura al tallone
6° Nelle carcasse Tubless il rivestimento interno è in butile impermeabile all'aria
7° Carcassa radiale

8) **PLIS: SIDEWALL 1 NYLON - TREAD 2 NYLON 2 STEEL:** descrizione della struttura del pneumatico, cioè fianco composto da una tela di nylon (a fili radiali) e zona sottostante il battistrada costituita da 2 tele di nylon e 2 di acciaio.

9) **TWI:** (tread wear indicator): simbolo posto in corrispondenza degli indicatori di usura massima del battistrada. Essi sono rilievi di 1,6 mm d'altezza posti sul fondo degli incavi della scolpitura. Quando, per l'usura del pneumatico, essi fuoriescono in superficie significa che il pneumatico è da sostituire poiché ormai risulta "liscio".

Marcatura pneumatico **radiale** per autovettura

Pneumatici invernali

Alcuni pneumatici dopo la sigla che contraddistingue il modello, riportano la dicitura "**4S**", mentre altri sono marcati "**M+S**". la prima indica essere un pneumatico "4 stagioni", ossia con buon comportamento anche invernale. La seconda sta per "Mud and Snow" (fango e neve), quindi specifico per utilizzo invernale. Ciò significa ignorare le famose catene, che sarebbe consigliabile avere comunque permanente a bordo durante il periodo invernale, specialmente per i veicoli impiegati nelle zone nordiche montagnose.

A questo punto ritengo che tutti possiamo leggere le caratteristiche di maggior interesse. È vero ci sarebbero ancora ulteriori "geroglifici" da decifrare, ma a mio avviso queste sono le informazioni più utili ed indispensabili per una identificazione corretta di un pneumatico.
Le indicazioni fin qui esposte non sono invenzione di chi le ha scritte, ma molte di quanto citato proviene direttamente dalle aziende costruttrici.

CORRETTO UTILIZZO E MANUTENZIONE DEI PNEUMATICI

Utilizzazione

- *Controllare le pressioni dei pneumatici a temperatura ambiente, almeno una volta ogni 15 giorni (compreso la ruota di scorta). In fase di ripristino della pressione evitare di degonfiare i pneumatici quando sono caldi.*

- *È utile al fine di limitare al minimo gli schiacciamenti dei pneumatici, alzare le pressioni di gonfiaggio fino a 3,2 bar per le serie SR e TR, e fino a 3,5 bar per le altre serie tecniche quando si prevede un lungo periodo di sosta del veicolo.*

- *È bene eseguire controlli regolari sull'andamento dell'usura dei pneumatici, tenendo presente che le prestazioni sul bagnato diminuiscono notevolmente con il progredire del consumo del battistrada. Per questo motivo è consigliabile*

*sostituire i pneumatici quando la profondità della scolpitura è di circa **3** millimetri, e per garantire la massima sicurezza, non aspettare di raggiungere il consumo minimo di legge.*

- *Permutare i pneumatici fra gli assi senza incrociarli almeno ogni 10,000 - 15.000 km. Consente di ottimizzare l'usura e di sostituirli tutti e quattro contemporaneamente.*

- *Nel caso di sostituzione di soli due pneumatici, per motivi di sicurezza, è corretto utilizzare pneumatici della stessa marca e dello stesso tipo e montare quelli nuovi sull'asse posteriore. Infatti il degonfiamento rapido (scoppio o perforazione) di un pneumatico montato sull'asse posteriore causerebbe una rapida instabilità dell'asse stesso, con conseguente perdita di controllo del veicolo. Così come una improvvisa perdita di aderenza in curva, su bagnato, potrebbe causare il fenomeno del sovrasterzo (testa-coda) ben difficilmente controllabile.*

- *In seguito ad urti o perforazioni è importante far controllare, l'interno del pneumatico. È pericoloso trascurare una lesione della struttura del pneumatico.*

- *Nel caso di perforazione di pneumatici del tipo Tubless, è pericoloso l'inserimento della camera d'aria, in quanto in fase di gonfiamento si potrebbe intrappolare aria tra la camera d'aria e la parete interna (impermeabile) della copertura Tubless. In questa circostanza si avrebbe un continuo sfregamento della camera d'aria contro l'interno della copertura che porterebbe in breve allo "scoppio" della camera stessa per l'innalzamento della temperatura e quindi della relativa perdita di controllo del veicolo. Ciò avrebbe conseguenze ancor più gravi se avvenisse su un pneumatico montato sull'asse posteriore.*

- *La sosta prolungata su chiazze di olio, gasoli o solventi in genere danneggia il pneumatico, in quanto queste sostanze hanno poteri disgreganti sulle mescole che compongono il pneumatico stesso, così come l'utilizzo di sostanze a base di idrocarburi utilizzati per la pulizia dei fianchi delle coperture.*

- *L'uso prolungati di catene da neve su strada non innevata può danneggiare irrimediabilmente i pneumatici.*

- *È possibile che alcune volte i pneumatici assumano una colorazione "bluastra" sul fianco. Tale fenomeno, di natura prettamente estetica, non pregiudica né la sicurezza né le prestazioni dei pneumatici stessi.*

- *Frequenti salite e discese dai marciapiedi, compromettono oltre che all'integrità strutturale dei pneumatici, anche l'assetto geometrico del veicolo.*

- *Al fine di prevenire usure irregolari sui pneumatici, è opportuno ad intervalli di 15.000 chilometri circa, controllare sia gli angoli geometrici del veicolo che l'equilibratura delle ruote.*

TABELLA INDICI DI VELOCITA'

Indice	Velocità max in Km/h	Indice	Velocità max in Km/h	Indice	Velocità max in Km/h
A	30/40	L	120	R	170
F	80	M	130	S	180
G	90	N	140	T	190
J	100	P	150	U	200
K	110	Q	160	Z	>240

La categoria di velocità è definita da una lettera correlata alla velocità massima di utilizzazione consentita dal pneumatico, nelle condizioni di portata.

TABELLA INDICI DI CARICO

Indice (a)	Carico max in Kg (b)	Indice (a)	Carico max in Kg (b)	Indice (a)	Carico max in Kg (b)
60	250	99	775	138	2.360
61	257	100	800	139	2.430
62	265	101	825	140	2.500
63	272	102	850	141	2.575
64	280	103	875	142	2.650
65	290	104	900	143	2.725
66	300	105	925	144	2.800
67	307	106	950	145	2.900
68	315	107	975	146	3.000
69	325	108	1.000	147	3.075
70	335	109	1.030	148	3.150
71	345	110	1.060	149	3.250
72	355	111	1.090	150	3.350
73	365	112	1.120	151	3.450
74	375	113	1.150	152	3.550
75	387	114	1.180	153	3.650
76	400	115	1.215	154	3.750
77	412	116	1.250	155	3.875
78	425	117	1.285	156	4.000
79	437	118	1.320	157	4.125
80	450	119	1.360	158	4.250
81	462	120	1.400	159	4.375
82	475	121	1.450	160	4.500
83	487	122	1.500	161	4.625
84	500	123	1.550	162	4.750
85	515	124	1.600	163	4.875
86	530	125	1.650	164	5.000
87	545	126	1.700	165	5.150
88	560	127	1.750	166	5.300
89	580	128	1800	167	5.450
90	600	129	1.850	168	5.600
91	615	130	1.900	169	5.800
92	630	131	1.950	170	6.000
93	650	132	2.000	171	6.150
94	670	133	2.060	172	6.300
95	690	134	2.120	173	6.500
96	710	135	2.180	174	7.700
97	730	136	2.240	175	6.900
98	750	137	2.300	176	7.100

U = Load index: è un codice numerico correlato al carico massimo che un pneumatico può sopportare alla velocità prevista dal suo simbolo di velocità, nelle condizioni di impiego specificate dal costruttore.

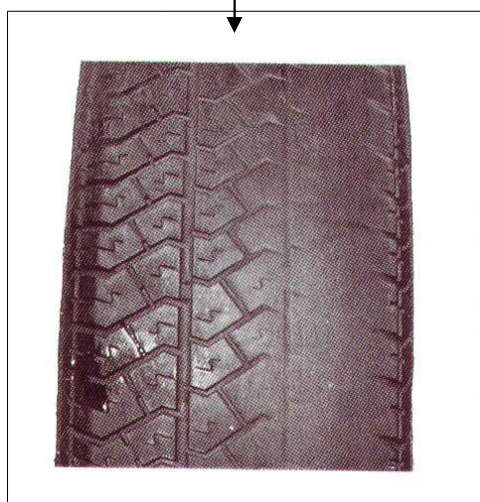
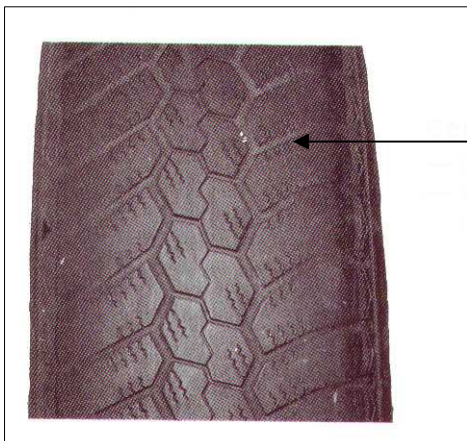
Colonna (**a**) = indice di carico
Colonna (**b**) = carico Kp/pneumatico.

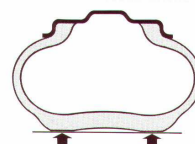
ALCUNE RAPPRESENTAZIONI DI PNEUMATICI USURATI - DETERIORATI

Usura accentuata del bordo esterno del pneumatico

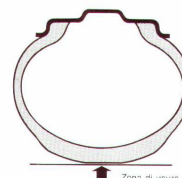
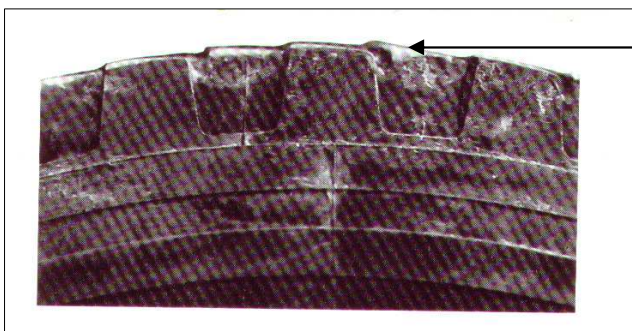
Usura causata da:
- stato e profilo del tracciato della strada (su strada di montagna, l'usura può essere due volte più rapida)
- velocità e tipo di guida
- temperatura ambiente e clima
- potenza del veicolo
- adattabilità del tipo di copertura alla effettiva utilizzazione

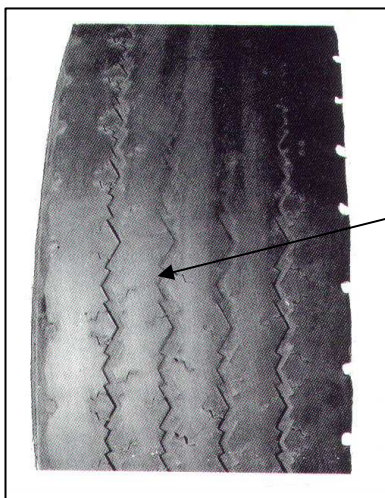
Usura provocata da un'anomala e/o non corretta regolazione delle geometrie delle ruote

Le cause più frequenti sono:
- La non corretta regolazione del parallelismo delle ruote anteriori o posteriori
- La non corretta regolazione del parallelismo tra gli assi

Usura causata da sottogonfiaggio

Usura che si manifesta quando il pneumatico viene utilizzato sottogonfiato.

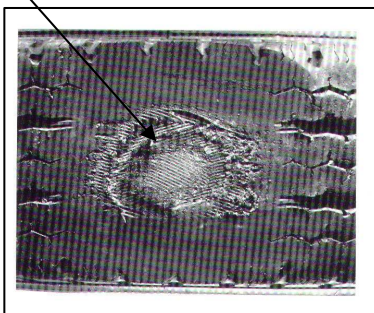
- Controllare le pressioni di gonfiaggio,
- Verificare, eventualmente, le condizioni di impiego

Usura causata da sovragonfiaggio

Usura che si manifesta, in particolar modo con il deterioramento accentuato della fascia centrale del battistrada quando il pneumatico viene utilizzato sovragonfiato.

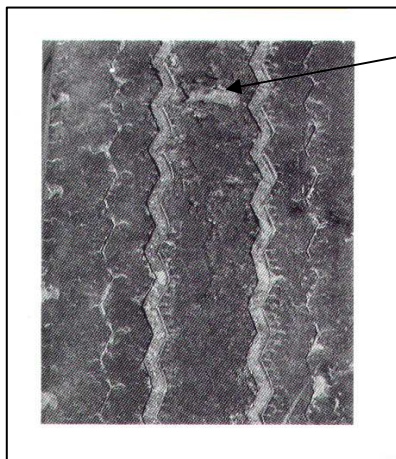
- Controllare le pressioni di gonfiaggio,
- Verificare, eventualmente, le condizioni di impiego

Usura a dente di sega

Si manifesta soprattutto su sculture del battistrada ad elementi separati e negli impieghi su assali non motori. Ogni tassello presenta, in senso circonferenziale, un bordo ad angolo vivo e l'altro più ribassato.

Usura minima e massima

Cause possibili dell'usura:
- eccentricità del pneumatico sul cerchio;
- del cerchio o della ruota sul mozzo;
- squilibrio dell'insieme ruotante;
- irregolarità di frenatura.

Usura localizzata dovuta a mal funzionamento dei freni

Cause:
- anomalia nella frenatura;
- bloccaggio della ruota per brusca frenata o difetto del sistema frenante;
- materiale frenante indurito.

Deteriorazione circolare

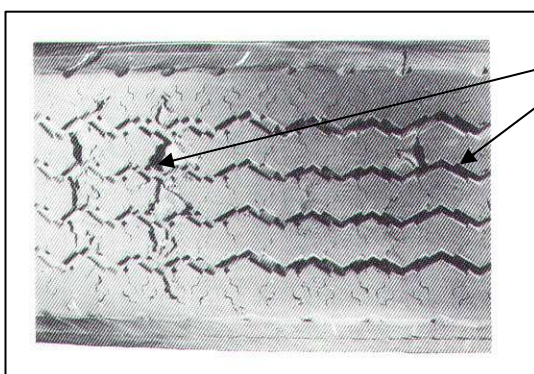
Cause:
- bulloni, viti o parti metalliche troppo sporgenti.
- lamiera del parafango deformata.
- insufficiente spazio libero verticale a veicolo carico.
- indebolimento delle sospensioni.

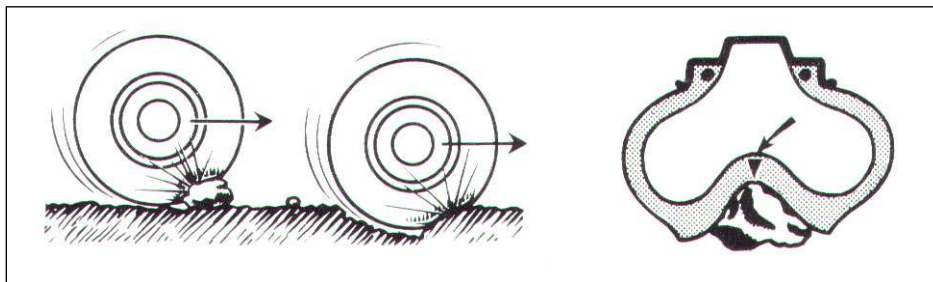
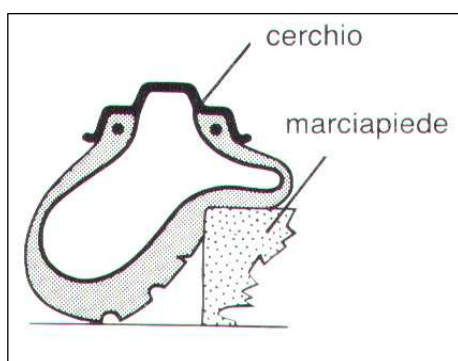
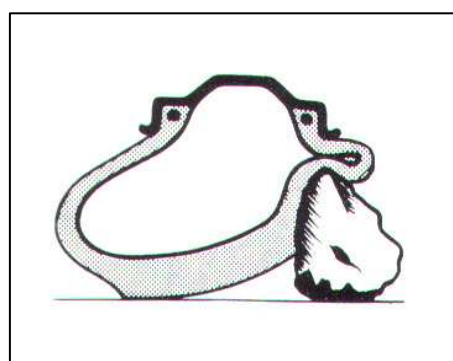
Tagli diffusi

Cause:

- impiego del mezzo su terreni sassosi, strade in cattivo stato, piste, cantieri, piazzali di stabilimenti, cave.

Deteriorazione alla sommità provocata da surriscaldamento

Cause:
- utilizzo del pneumatico con pressione insufficiente.
- differenza di pressione tra due pneumatici accoppiati.
- marcia a elevata velocità su lunghe distanze con sovraccarico.
- tubo di scappamento orientato verso il pneumatico.
- pneumatico non adatto alle condizioni di utilizzo.

Danni provocati dal prolungato utilizzo delle catene

Veicoli speciali per impiego invernale.
L'uso prolungato delle catene possono danneggiare i pneumatici se utilizzati impropriamente

Rotture causate da urti diretti

Rotture causate da urti con pizzicatura

Cause.
- Urti contro cordoli in cemento o ganci ferma cancelli

Cause:
- urti contro sassi sparsi sul manto stradale

ACCORGIMENTI DA ADOTTARE PER GARANTIRE LA MASSIMA SICUREZZA

I pneumatici sono le "scarpe" del veicolo, consentono di percorrere miglia di chilometri. Quindi dovrebbero essere oggetto di particolari attenzione, per viaggiare in assoluta sicurezza.

Le gomme sono spesso trascurate. I veicoli che trascorrono lunghi periodi fermi, con le ruote che appoggiano sul terreno sempre sul medesimo punto di tangenza e senza verificarne la pressione, che nel tempo inesorabilmente scende, si ovalizzano. Sotto carico e lunghi tragitti autostrada a velocità sostenuta ed in presenza di alte temperature; si surriscaldano. Infine le strade accidentate e le buche improvvise delle quali ci si accorge all'ultimo istante e non si riesce ad evitare. Le strutture interne del pneumatico traumatizzate per la precedente situazione, si lesionano e a distanza nel tempo può, improvvisamente verificarsi lo scoppio.

L'esposizione al calore eccessivo e ai raggi solari, nonché al freddo intenso, induriscono le proprietà del pneumatico e l'alternanza di questi fenomeni riduce la naturale elasticità della gomma, che si evidenzia poi con la comparsa di microfessurazioni sui fianchi della carcassa.

I pneumatici nel tempo invecchiano, perdono le loro caratteristiche originali. Spesso i controlli si limitano alla verifica della pressione e ad un controllo visivo del battistrada, che sovente trae in inganno, perché date le scarse percorrenze chilometriche annuali, che la maggior parte dell'utenza percorre, appaiono erroneamente ancora in ottimo stato anche dopo lungo tempo. In effetti, per garantire la massima sicurezza, dopo cinque anni i pneumatici andrebbero sostituiti comunque.

Controlli e precauzioni: prima di affrontare lunghi viaggi, magari completamente carichi, o al rientro dalle vacanze, indipendentemente dei chilometri percorsi, occorre verificare con la massima attenzione ogni pneumatico. Con l'arrivo della cattiva stagione, magari con attività invernale in montagna, a maggior ragione devono essere in perfetta efficienza per garantirne la sicurezza a tutti gli effetti.

Controllare lo stato e l'usura di ogni battistrada, che non deve rilevare "scalinature", né logoramenti anomali nel centro o sui bordi. Un consumo centrale denota che il pneumatico è stato utilizzato con eccessiva pressione; su entrambe i lati, simmetricamente, invece se è stato utilizzato sottogonfiato.

Se il battistrada delle ruote anteriori si presenta più logoro sulla parte interna o su quella esterna, può esistere una non corretta regolazione degli angoli geometrici dell'avantreno (convergenza, inclinazione, incidenza ecc.). occorre comunque tener presente che le ruote sterzanti hanno una tendenza ad usurarsi leggermente verso l'esterno, specialmente percorrendo strade tortuose, specialmente su quei mezzi ove è avvertito particolarmente il caricamento laterale. La maggior usura, interna, del battistrada delle ruote posteriori, può essere sintomo di esercizio sovraccarico.

Particolare attenzione va posta all'esame dei fianchi dei pneumatici in particolar modo quello rivolto verso l'interno, non facilmente visibile nel dettaglio, per cui conviene rivolgersi al personale addetto. Non devono esistere screpolature

(indice di eccessivo invecchiamento), né, tagli, abrasioni vistose, o rigonfiamenti. Questi ultimi denunciano seri danni struttura interna.

È buona regola controllare periodicamente la tenuta delle valvole di gonfiaggio. Svitando e togliendo i cappucci di protezione, è sufficiente, con un po' di saliva nella parte superiore, controllare l'insorgere di eventuali bollicine d'aria. In tal caso, controllare il coretto serraggio della valvola tramite l'apposito attrezzo o con un cappuccio adeguato. Se la perdita persiste sostituire completamente la valvola stessa. Con un procedimento simile si può controllare anche la tenuta alla radice del corpo valvola, all'uscita dal cerchione.

Assicurarsi che le circonferenze dei cerchioni non presentino ammaccature o deformazioni. A pneumatici smontati vanno eliminate eventuali tracce di ruggine. Controllare periodicamente le pressioni nel rispetto delle prescrizioni imposte dal costruttore, con la precauzione di aumentarle di almeno due decimi di atmosfera, se il veicolo non verrà utilizzato per un certo tempo. L'operazione va' eseguita

sempre assolutamente a pneumatici freddi. Possibilmente utilizzando un monomero di precisione, preferibilmente sempre lo stesso. Ovviamente i controlli vanno estesi periodicamente anche alla ruota di scorta che conviene mantenerla tre decimi c.a. in più rispetto alla ruote posteriori.

Prima di parcheggiare il veicolo, specie per soste prolungate, è necessario sincerarsi della natura del terreno, che non deve mostrare asperità di sorta, né essere cedevole. In caso di incertezza è buona norma interporre tra il suolo e le ruote delle robuste tavolette di legno.

È importante utilizzare sempre un treno di gomme della stessa marca, modello e con lo stesso disegno. Altrimenti il comportamento e la tenuta di strada del veicolo risulta compromessa, specie in particolari situazioni.

Permutare periodicamente (secondo le indicazioni del costruttore) le gomme da un assale all'altro, cercando di non invertire il senso di rotolamento. Avremo un consumo più omogeneo ed una maggior durata di tutto il treno.

Evitare la sostituzione di una singola copia di pneumatici, per vari motivi, tra cui non avere problemi di diversa aderenza sul suolo, di età, e rischiare poi di non trovare più le stesse scolpiture del battistrada.

Normalmente la profondità del battistrada di una gomma nuova è di 7-8 mm di spessore. È consigliabile non attendere che l'usura sia arrivata ai minimi di Legge per sostituirlo, ricordarsi che già a tre millimetri è lontano dalle prestazioni originali. La tenuta sul bagnato è precaria, aumenta il fenomeno dell'aquaplaning anche a velocità non elevate, inoltre diventano frequenti le forature.

Le trazioni anteriori logorano maggiormente i pneumatici dell'avantreno, per cui molti tendono sostituire solo la copia anteriore, sfruttando a fondo quelli posteriori commettendo un duplice errore. In curva e sul bagnato si può manifestare un'improvvisa perdita di aderenza del retrotreno. In secondo luogo, per quei veicolo che pesano maggiormente dietro, avere pneumatici logori, incrementa le percentuali di scoppio.

TASSINARI NAZARIO – FORLI'